

Arquitectura para la configuración de escenarios de aprendizaje móvil, con el uso de la plataforma Moodle

Gisela T. de Clunie

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, gisela.clunie@utp.ac.pa

Sérgio Crespo

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil, crespo@unisinos.br

Clifton Clunie T.

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, Panamá, clifton.clunie1@utp.ac.pa

Jeanette Riley

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, jeanette.riley@utp.ac.pa

Boris Gómez

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, boris.gomez@utp.ac.pa

Kexy Rodríguez

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, kexy.rodriguez@utp.ac.pa

Olinda de Barraza

Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, olinda.velarde@utp.ac.pa

ABSTRACT

The development of mobile computing and its application in education, raised a new approach to distance education, called mobile learning (or m-learning), which lets students reach learning anytime and anywhere. This paper presents the design of an architecture to support mobile learning, which facilitates users of online courses, of Technological University of Panama, to interact efficiently, flexibly and seamlessly in a collaborative and customizable environment of interaction and alerts, through smartphones, tablets and multimedia devices based on Android operating system. For this, Service Oriented Architecture (SOA) methodology is used, given that it eases module reuse.

Keywords: Distance education, virtual learning environments, movil learning, movil computing, Service Oriented Architecture.

RESUMEN

El desarrollo de la computación móvil y su aplicación en la educación, hizo surgir un nuevo enfoque de educación a distancia, denominado aprendizaje móvil (*o m-learning*), el cual facilita a los estudiantes el aprendizaje en cualquier momento y desde cualquier lugar. Este trabajo presenta el diseño de una arquitectura de apoyo al aprendizaje móvil, que facilita a los usuarios de los cursos virtuales, de la Universidad Tecnológica de Panamá, interactuar de forma eficiente, flexible y transparente en un ambiente colaborativo y personalizable de interacción y alertas, por medio de *smartphones*, *tablets* y reproductores multimedia con sistema operativo Android. Para ello se hace uso de la metodología SOA (Arquitectura Orientada a Servicios) que facilita la reutilización de módulos.

Palabras clave: Educación a distancia, ambientes virtuales de aprendizaje, aprendizaje móvil, computación móvil, Arquitectura Orientada a Servicios.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la computación móvil ha promovido la creación de aplicaciones móviles orientadas al campo educativo, favoreciendo el surgimiento de una nueva categoría de educación a distancia denominada “aprendizaje móvil”, conocida comúnmente como *m-learning*. De acuerdo con (Georgiev et al., 2004), este enfoque educativo viabiliza el aprendizaje de los estudiantes desde cualquier lugar y en cualquier momento, mediante conexiones de redes inalámbricas.

Diversos dispositivos móviles pueden ser utilizados en el proceso educativo, tales como *smartphones*, *tablets* y reproductores multimedia. Dentro de estos, el *smartphone* surge como el más promisor, por tratarse de un dispositivo ampliamente difundido en el mundo y en diversos sectores, independientemente de la edad y clase económica. Otro factor importante es el notable aumento del poder computacional de estos dispositivos, que hoy poseen capacidad de procesamiento y almacenamiento igual o superior a la capacidad de las computadoras de hace pocos años atrás. Además de eso, en ellos ya es posible utilizar software como editores de texto y lectores PDF, que inicialmente fueron desarrollados para computadoras. La posibilidad de integrar la educación con dispositivos móviles impulsa el desarrollo de las redes y permite incorporar metodologías de trabajo y aprendizaje colaborativo.

Moodle es un Sistema de Administración de Cursos (CMS, del inglés *Course Management System*), que permite a los profesores la creación de escenarios para el aprendizaje en línea. De acuerdo con (Felizardo et al., 2007), las principales fortalezas de Moodle son las herramientas de comunicación, creación y administración de objetos de aprendizaje. Mientras tanto, a pesar de las ventajas que proporciona Moodle, así como otras plataformas educativas; las mismas no brindan un ambiente colaborativo de interacción y alertas para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

Bajo esta perspectiva, este artículo presenta MLEA (*Mobile Learning Environment Adapter*), una arquitectura que facilita la integración de diversos recursos educativos de apoyo al aprendizaje móvil, con la intención de cambiar el paradigma de la enseñanza a distancia, a través de una solución innovadora, modular, móvil y adaptable a cada necesidad, haciendo uso de las máximas capacidades de comunicación que nos brinda la tecnología de información hoy en día. La arquitectura permite la formación de un ambiente colaborativo personalizable de interacción y alertas para usuarios de la plataforma de educación a distancia de la Universidad Tecnológica de Panamá, por medio de *smartphones*, *tablets* y reproductores multimedia con sistema operativo Android. Este ambiente colaborativo es definido de acuerdo con la visión del profesor y los estudiantes. Para cada metáfora (profesor y estudiante), estarán disponibles diferentes formas de comunicación y alertas, así como de interacción con las herramientas de Moodle.

Android¹ es una plataforma de software *open source*, basada en Linux, creada específicamente para dispositivos móviles. Dentro de sus características podemos mencionar:

- *Layouts* de los dispositivos: adaptable para pantallas con formato tradicional y con formatos mayores, sensibles al tacto (*touchscreen*);
- *Conectividad*: principales estándares del mercado, tales como GSM, Bluetooth, EDGE, EV-DO, 3G, 4G e Wi-Fi;
- *Media Support*: principales medios del mercado, tales como MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF;
- *Intercambio de mensajes*: SMS y MMS;
- *Máquina virtual optimizada para dispositivos móviles*: Dalvik Virtual machine²;
- *Soporte a hardware adicional*: cámara, GPS, brújula, acelerómetro;
- *Almacenamiento*: base de datos SQLite;
- *Web browse*: WebKit

¹ <http://www.android.com/>

² <http://www.dalvikvm.com/>

La decisión de utilizar Android se sustenta en el hecho de ser una arquitectura *Open Source*, disponible en el mercado de celulares de tipo 3G y superiores, y tener un gran número de instituciones de investigación y desarrolladores creando nuevas funcionalidades para ser incorporadas en su hardware.

La siguiente sección presenta los antecedentes que dan sustento al presente trabajo. Inicia con un breve relato sobre el surgimiento del Programa de Educación a Distancia en Línea en la Universidad Tecnológica de Panamá, para ampliar el alcance de la educación superior a cualquier ciudadano que no pueda asistir a un salón de clases presencial; discute aprendizaje móvil, destacando sus principales bondades; se resalta el problema de la educación a distancia frente a la gran proliferación de herramientas educativas aisladas; la sección concluye presentando los principales beneficios que se generan con el desarrollo del proyecto. En la sección 3, se presentan los trabajos relacionados, diversos escritos que tratan aprendizaje móvil como un complemento para la educación a distancia. La sección 4 describe la arquitectura, trata el paradigma de trabajo SOA, que permite la integración de servicios heterogéneos en distintos ambientes de trabajo de forma flexible y aplicando reutilización; discute los componentes de la arquitectura y define las principales funcionalidades de la misma. Para finalizar, en la sección 5, se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. ANTECEDENTES

Los inicios del Programa de la Universidad Virtual, de la Universidad Tecnológica de Panamá, se remontan al año 2000, cuando hablar de educación virtual o “e-learning”, resultaba algo novedoso en el país y no se reportaba evidencia de experiencias locales. El programa surge como un “tímido” proyecto de uso y aplicación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en el cual participaron las seis Facultades y las siete sedes regionales de la Universidad Tecnológica de Panamá.

De acuerdo con (Clunie, 2008), en el año 2003, la Universidad Tecnológica de Panamá, consciente del papel protagónico que debía desempeñar y de la responsabilidad que le incumbía con la sociedad panameña, en atención a su misión y visión, crea la Universidad Virtual (UTPVirtual), aprovechando las ventajas introducidas por las hipertecnologías (Clunie, 1995) para resolver las necesidades de formación y especialización de aquellas personas que por razones de tiempo, compromisos de trabajo, distancia, responsabilidades familiares, discapacidad física y otros, no pudieran beneficiarse de una educación presencial especializada. UTPVirtual surgió como elemento democratizador de la educación superior y como alternativa a la educación presencial, que buscaba ofrecer igualdad de oportunidades de aprendizaje a quienes, de manera general, encontraban dificultades para asistir a un salón de clases presencial.

2.1 MOTIVACIÓN

Al igual que en otras áreas o dominios de conocimiento, en la educación a distancia las aplicaciones no están aisladas unas de otras y, a pesar que muchas han sido creadas para propósitos específicos, hoy día resulta común la integración de aplicaciones (Hansen and Crespo, 2003). Mientras tanto, conectar software resulta más que el simple intercambio de “bytes”, razón por la cual se hace necesaria la creación de procesos que integren las aplicaciones individuales de forma coherente y eficiente. Hoy por hoy, observamos la creciente proliferación de investigaciones y trabajos realizados en el área de educación a distancia a partir de simples herramientas de comunicación, evaluación y soporte para ambientes integradores, los cuales, a partir de un único sitio, tornan disponibles diversos recursos y herramientas para atender las principales necesidades que resultan de las actividades de profesores y estudiantes (Hansen and Crespo, 2005). La integración que proporciona Internet trae consigo un cambio significativo en la postura de los usuarios frente al software educativo. El problema deja de ser ¿cómo producir el software necesario? para convertirse en ¿dónde encontrar y cómo usar el software necesario?. De esta forma, al buscar un recurso que atienda su necesidad, frecuentemente el usuario se encuentra con una colección de piezas de software que son incompatibles y, además, no disponen de mecanismos de integración.

2.2 APRENDIZAJE MÓVIL

El aprendizaje móvil es definido por (Pan et al., 2010), como cualquier tipo de aprendizaje que ocurre cuando el estudiante no está en un local fijo, predeterminado, o cuando éste obtiene provecho de las oportunidades ofrecidas por las tecnologías móviles. Además, aprendizaje móvil puede ser visto como un complemento a los enfoques de educación a distancia tradicionales, que ofrece a los estudiantes libertad de tiempo y espacio (Georgiev et al., 2004), a través del uso de dispositivos móviles como *smartphones* y *tablets* (Wains and Mahmood., 2008).

La característica principal del aprendizaje móvil es la posibilidad que los estudiantes realicen sus estudios desde cualquier lugar y en cualquier momento, de acuerdo con las necesidades de combinar el estudio con el trabajo, la familia y la vida social.

Dentro de los dispositivos móviles que pueden ser utilizados para el aprendizaje móvil, el teléfono celular surge como el más promisorio. Algunos factores que evidencian esta condición son:

- i) *ubiquidad*: los teléfonos celulares forman parte importante en la vida de las personas, quienes los llevan a todos los lugares. Algunos datos demuestran que la cantidad de teléfonos celulares vendidos en Brasil en 2010 superaba los 180 millones, lo que representa un poco más de 95 celulares por cada cien (100) habitantes (Anatel, 2010). En el caso de Panamá, el índice anual de teléfonos celulares por cada 100 habitantes, para el mismo año, se estimó en 185.4 y un 90.7% de cobertura de la población (Asep, 2010);
- ii) *desempeño*: la capacidad de procesamiento y almacenamiento de estos dispositivos llega a superar la capacidad de las computadoras de hace pocos años atrás (Prensky, 2005);
- iii) *GPS*: la integración entre los celulares y la tecnología de posicionamiento por satélites proporciona nuevas posibilidades educativas basadas en la localización del estudiante. Por ejemplo, es posible recomendar la formación de grupos de trabajo para discusiones, debates u otras actividades, de acuerdo con su localización física.

Un aspecto muy importante, al hablar de aprendizaje móvil, es que éste no tiene que ser entendido como una sustitución al paradigma usual de educación a distancia facilitada por la computadora, sino como un complemento, en el sentido que éste ofrece más libertad (y a veces mayor motivación) a los estudiantes en sus actividades de aprendizaje. Basado en lo anterior, la arquitectura desarrollada es apropiada, dado que tiene como objetivo la integración entre una plataforma educativa (Moodle) con la nueva tendencia de enseñanza-aprendizaje móvil.

2.3 PRINCIPALES BENEFICIOS

La combinación de un ambiente educativo con la movilidad ofrecida por *smartphones*, *tablets*, reproductores multimedia y equipos de este género, para constituir un aprendizaje móvil, fortalece y aumenta el proceso de cooperación e interacción entre sus usuarios (Baloian et al., 2004). De esta forma, el potencial de Internet móvil, permite crear facilidades de acceso a sus recursos, desde cualquier lugar y en cualquier momento.

MLEA genera, directamente, entre otros, los siguientes beneficios:

- a) Promueve la generación de respuestas a las necesidades de formación y/o especialización de las personas que no pueden asistir regularmente a un salón de clases presencial.
- b) Se consolida un aporte profesional y especializado, de parte de las instituciones participantes, alineado a las políticas nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- c) Potencia el desarrollo de la educación a distancia en línea, al impulsar la creación de soluciones innovadoras.

El desarrollo de la plataforma MLEA, la cual utiliza técnicas computacionales y de Ingeniería de Software tales como: *web services*, *design patterns*, ontologías y tecnologías de computación móvil, resuelve la problemática de los diferentes participantes que se benefician de los programas de educación virtual. Además, impacta mediante la creación de una arquitectura que hace posible la integración de diversos recursos educativos, permitiendo al usuario la selección de los recursos que le resulten más convenientes; tal arquitectura proporcionará un ambiente educativo móvil, el cual podrá ser accesado a través de *smartphones*, *tablets*, reproductores multimedia y equipos similares con sistema operativo Android, en cualquier lugar que posea un acceso inalámbrico a Internet. MLEA está basada en SOA (*Service Oriented Architecture*), una arquitectura orientada a servicios que favorece el desarrollo rápido de procesos en ambientes complejos y facilita la reutilización de módulos. Define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio proporcionando una metodología y un marco de trabajo para la creación de sistemas de información altamente escalables y, a la vez, ofrece una forma clara y bien definida de exposición e invocación de servicios, lo que facilita la interacción entre diferentes sistemas. Utiliza OWL DL como lenguaje, que según (Ye et al., 2007) es la opción más práctica para la mayoría de las aplicaciones ontológicas.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

Diversos artículos discuten los avances de la tecnología móvil y el surgimiento del término *m-learning* como un complemento para la educación a distancia. Esta sección presenta una breve descripción de algunos trabajos que presentan similitud con el proyecto que estamos realizando.

En (Colazzo, 2003), se presenta una adaptación de un sistema de administración de cursos para satisfacer las necesidades de usuarios móviles, utilizando tecnología de *web services* para definir la interfase de comunicación entre el CMS y sus extensiones móviles. Luego, en (Wains and Mahmood, 2008), encontramos la propuesta de un *framework* para la integración de un ambiente de aprendizaje móvil con un ambiente de *e-learning* donde, a partir de la disponibilidad de salas de chat basado en SMS, se promueve el aprendizaje de los estudiantes mediante la utilización de foros y debates para discutir sus problemas, pensamientos e ideas; se realizan llamadas de voz y transmisiones de radio y televisión. Mientras tanto, la mayor parte del contenido puede accederse a través de las conexiones a Internet de los celulares, sin ninguna adecuación de los objetos de aprendizaje.

La literatura técnica reporta algunos trabajos relativos a comunicaciones móviles y distribución de servicios. (Ibrahim and Zhao, 2009) presentan un modelo conceptual de *framework* para comunicación en dispositivos móviles que da soporte a la movilidad y distribución de servicios sobre múltiples dispositivos y plataformas. Este modelo está basado en requerimientos de la comunicación ubicua; a saber, interoperabilidad espontánea, movilidad y adaptabilidad de software. Muchos de los principios, entre ellos las bases de la comunicación cliente – servidor y de agentes móviles, son un referente para nuestro proyecto; pero a diferencia de nuestra arquitectura, la propuesta de (Ibrahim and Zhao, 2009) está diseñada para Java Virtual Machines (JVM).

En el caso de ontologías aplicadas a la computación ubicua, (Ye et al., 2007) discuten algunas, entre ellas CoBrA (SOUPA), Gaia, GLOSS, ASC (CoOL), SOCAM (CONON), GAS y CoDAMoS que nos sirven de referencia. A pesar que en su estudio no incluyen SOA, el fundamento para nuestra arquitectura, podemos identificar algunas características y relaciones comunes que permiten la construcción y rápido prototipaje de servicios de alertas al contexto (*context-aware services*) en ambientes de computación ubicua. Mientras tanto, en la literatura no ha sido identificada ninguna ontología que atienda de forma completa las necesidades de los diseñadores.

4. MODELO DE ARQUITECTURA DE MLEA

La Figura No.1 presenta la arquitectura de MLEA. El lado cliente representa la aplicación desarrollada para los dispositivos móviles con sistema operativo Android, mientras que el lado servidor constituye la infraestructura que realiza la integración con el ambiente Moodle.

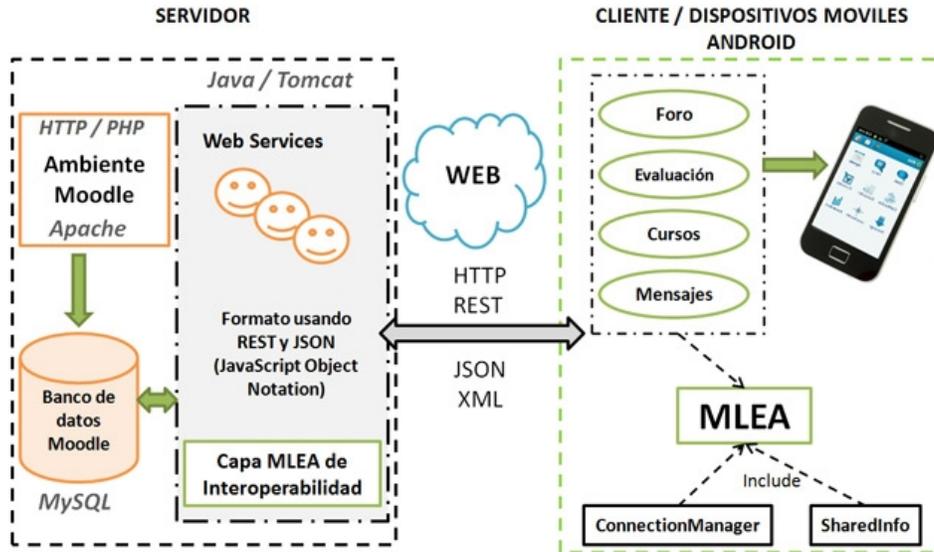


Figura 1: Arquitectura de MLEA

En el lado servidor, un conjunto de *web services* actúa como interfaz de comunicación entre los clientes y el servidor, resultando responsables por ofrecer a los clientes las funcionalidades integradas. Un *web service* es un componente de software definido por una interfaz independiente que está disponible a través de la red. Las operaciones definidas en la interfaz, realizan funciones de negocio (Hewitt, 2009). Por medio de los *web services*, los clientes tienen acceso a los principales recursos de Moodle, como foro, evaluación, mensajes, chat, descarga de archivos, localización, alertas, anuncios, calificación y curso, entre otros. Al recibir una solicitud, un *web service* accesa la base de datos de Moodle para recuperar y/o manipular los datos necesarios para responder adecuadamente a la solicitud. En el lado cliente, la implementación está basada en el patrón de desarrollo de Android: para cada pantalla de la aplicación, existe una clase Java responsable por controlar las acciones de esa pantalla. De esta forma, para cada funcionalidad provista (por ejemplo foro, evaluación, mensajes, chat,...) existe un conjunto de pantallas y, por lo tanto, un conjunto de clases Java, representadas en la arquitectura mediante el uso de paquetes.

4.1 CLIENTE

El lado cliente, es decir, la aplicación Android, utiliza el patrón de proyecto Facade (Gamma et al., 1995) para realizar la comunicación entre las pantallas y la clase responsable por invocar los *web services*. Cada pantalla en la aplicación Android posee una clase asociada. La clase MLEA actúa en la aplicación como una fachada para realizar la comunicación entre las clases. La Figura No.2a. ilustra el uso de la clase MLEA, la cual es utilizada por todos los requisitos desarrollados. En la figura se puede observar que los módulos creados (por ejemplo, Curso, Foro, Mensajes) son clientes de la clase MLEA, la cual define una interfaz entre las clases ConnectionManager y SharedInfo, aislándolas del resto de la aplicación. La clase SharedInfo administra la base de datos del dispositivo móvil, donde son almacenadas las informaciones de los usuarios, tales como: datos de autenticación, identificadores de usuario conectado y de curso escogido, así como datos de caché. La figura solamente presenta algunos de los módulos desarrollados. Los módulos que conforman la arquitectura son: login, foro, evaluación, mensajes, chat, descarga de archivos, localización, alertas, anuncios, calificación, escoger curso, encuesta, evaluación del foro, estadísticas del foro y visualizar usuarios conectados.

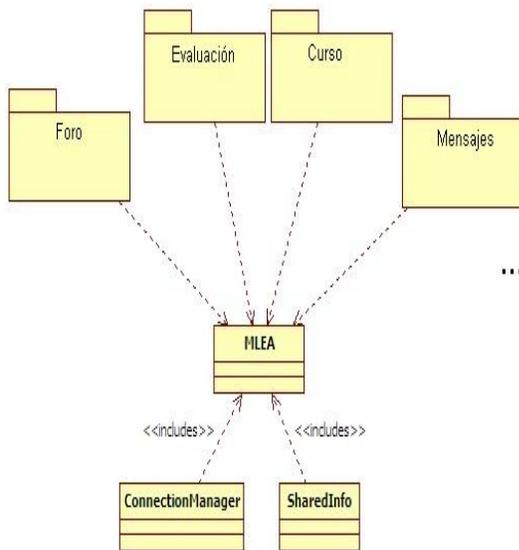


Figura 2a: Vista del Cliente

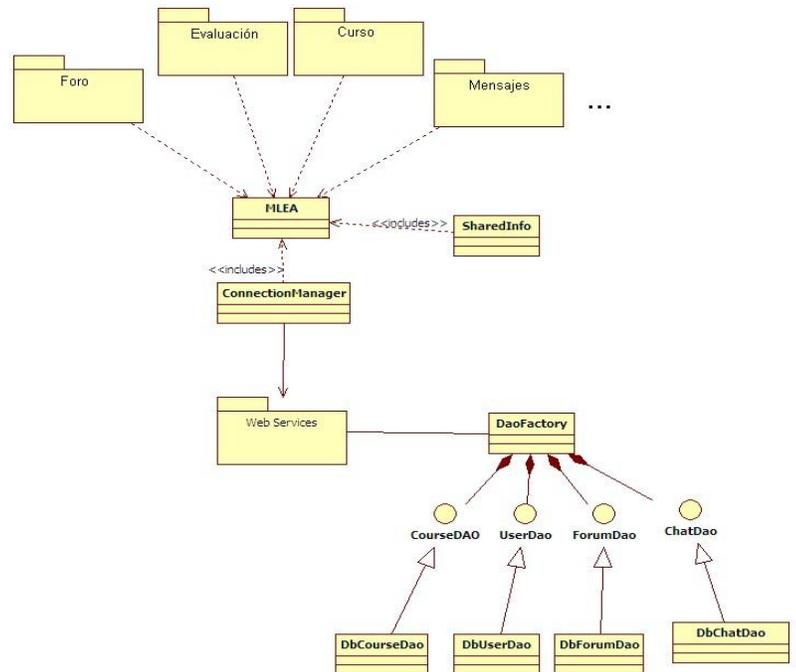


Figura 2b: Vista del Servidor

4.2 SERVIDOR

El lado servidor utiliza dos patrones de diseño para responder a las solicitudes de los clientes. Primeramente, los *web services* utilizan el patrón de proyecto DAO (*Data Access Object*) (Alur et al., 2003), para acceder y manipular las informaciones en la base de datos de Moodle. Para cada tipo de dato que será utilizado, existe una interfase DAO que indica las operaciones que se pueden realizar con este tipo. La capa del modelo de la aplicación posee los siguientes tipos de datos, cada uno con una interfase DAO específica: login, foro, evaluación, mensajes, chat, descarga de archivos, localización, alertas, anuncios, calificación, escoger curso, encuesta, evaluación del foro, estadísticas del foro y visualizar usuarios conectados. Para aumentar la flexibilidad de la aplicación, las clases DAO no son instanciadas directamente por los *web services*; en vez de esto, es utilizada una fábrica para la construcción de las clases DAO. Esta práctica corresponde al uso del patrón de proyecto FactoryMethod, el cual garantiza que toda la aplicación utilice las DAO apropiadas para la configuración escogida. La Figura 2b. presenta el uso de los patrones de diseño, donde el conjunto de web services utiliza la DaoFactory para crear instancias de las interfaces, las cuales son utilizadas para acceder y manipular las informaciones en la base de datos de Moodle.

4.3 ALERTAS PERSONALIZADAS

Un aspecto importante de la arquitectura presentada, es la oferta de una herramienta para proveer alertas personalizadas a los estudiantes y a los profesores, facilitando que éstos se mantengan actualizados sobre las actividades que se realizan en los cursos. Los usuarios que desean recibir las alertas tienen a su disposición una interfase Web por medio de la cual ellos pueden definir, para cada curso, de manera individual, los eventos que les interesa recibir las alertas. Para utilizar esta facilidad de la aplicación, los usuarios requieren ser autenticados. La Figura 3, presenta la pantalla de autenticación, en la cual los usuarios deben introducir las mismas informaciones utilizadas para autenticarse en el ambiente Moodle.



Figura 3: Pantalla de autenticación

La Figura 4, presenta la pantalla de configuración, por medio de la cual los usuarios especifican las alertas que desean recibir. Es importante destacar que los usuarios tienen a su disposición diferentes posibilidades de personalización, de acuerdo con su rol en el curso:



Figura 4: Pantalla de configuración de las alertas

- i) **Estudiantes:** pueden configurar las alertas para enterarse cuando ocurran las siguientes situaciones: creación de una nueva discusión en los foros, envío de una noticia por parte del profesor, evaluación de alguna actividad del estudiante, creación de nuevas actividades (chat, quiz...), o cuando otros estudiantes, o el profesor, estén en línea. Mientras tanto, las posibilidades de configuración que tienen los estudiantes pueden ser restringidas por el profesor.
- ii) **Profesores:** pueden personalizar las alertas para las siguientes situaciones: cuando un estudiante responde una pregunta, envía información o inicia una nueva discusión. El profesor puede monitorear y ser notificado (alertas) de las acciones que realizan los estudiantes. Además, puede definir que los estudiantes – obligatoriamente – sean avisados de algunas de las acciones que él considere importantes. Por ejemplo, el profesor puede definir que todos los estudiantes tienen que ser notificados cuando sea creada una nueva actividad; de esta forma, los estudiantes no podrán configurar esta alerta, pero mantienen el control sobre las otras alertas que ellos definieron.

Cuando se ejecutan los eventos configurados por los usuarios, éstos reciben las alertas directamente en sus teléfonos, por medio del sistema de notificación nativo del sistema operativo Android (ver Figura 5). Los teléfonos tendrán instalada una aplicación que solicitará información al servidor y, dependiendo de la respuesta, mostrará las alertas al usuario de acuerdo con las configuraciones pre-establecidas.

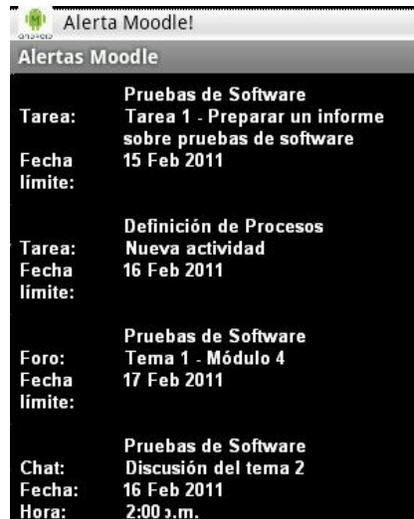


Figura 5: Alerta recibida por el estudiante

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El Programa de la Universidad Virtual viene contribuyendo a que, cada día más, un mayor número de personas puedan tener acceso a una formación de nivel superior o puedan concluir sus estudios universitarios, sin que esto dependa de su ubicación física. La conclusión de estudios ha permitido que nuevos profesionales incursionen en nuevas y mejores plazas del mercado de trabajo, a nivel nacional e internacional. Ha permitido, también, que los egresados accedan a estudios de especialización que complementan su formación profesional. A partir de la puesta en marcha de MLEA, se recibirán los primeros beneficios del proyecto en los diversos escenarios y sedes de la Universidad Tecnológica de Panamá. La participación de todos los actores, también nos permitirá identificar situaciones y casos que orienten hacia el mejoramiento y adecuación continua de la aplicación. Un aspecto importante a destacar es que la arquitectura desarrollada hace posible que, en el futuro, se puedan desarrollar aplicaciones clientes para diferentes sistemas operativos móviles, como por ejemplo iPhone, aprovechando gran parte de la infraestructura construida y, de esta forma, se pueda alcanzar un número mayor de usuarios.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SENACYT, en el marco de la Convocatoria Pública de Fomento a la Colaboración Internacional en I+D. Los autores expresan sus agradecimientos a SENACYT y a la Universidad Tecnológica de Panamá, en Panamá, y a la Universidade do Vale do Rio dos Sinos en Porto Alegre, Brasil, por el apoyo para el desarrollo del presente proyecto.

REFERENCIAS

- Alur, D., Malks, D. Crupi, J. Core J2EE Patterns: Best Practices and Design Strategies. Prentice Hall, 2003.
 ANATEL (2010). Quantitativo de acessos móveis e participação de mercado. Portal Anatel. Disponível: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do#>. [13 ago. 2010].
 Autoridad Nacional de los Servicios Públicos – ASEP, <http://www.asep.gob.pa/> Accesado en febrero de 2011

- Baloian, N.; Galdames, P.; Collazos, C.; Guerrero, L.; A Model for a Collaborative Recommender System for Multimedia Learning Material. Springer LNCS 3198, Berlin Heidelberg, Germany. 10th. International Workshop on Groupware (CRIWG'2004)
- Barry, D.K.; Service-oriented architecture (SOA) definition, 2010 DOI= http://www.service-architecture.com/web-services/articles/service_oriented_architecture_soa_definition.html
- Clunie, G. T. de, Hipertecnologias: Recursos Educacionais. Reporte Técnico ES-340/95. COPPE-Sistemas/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 1995
- Clunie, G.T. de, Educación a Distancia y Tele-educación: El Modelo de la Universidad Tecnológica de Panamá, Memorias del 1er. Congreso “Recursos Satelitales aplicados a Programas Sociales: Educación y Salud”, Auditorio de la Fundación de Estudios Avanzados IDEA, Caracas. 2008
- Clunie, G. T.; Educación Virtual: una visión de inclusión, Primer Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia, Buenos Aires, 2008
- Clunie, G., Crespo, S., Rangel, N., Castillo, A., Rodríguez, K., Gómez, B., Riley, J., Barraza, O.; “Ambiente de apoyo al aprendizaje móvil”. In Memorias de la 5ta. Conferencia Euro-Americana de Telemática y Sistemas de Información - Eatis 2010, <http://www.eatis.org/eatis2010/portal/>. Ciudad de Panamá, 22, 23 y 24 de septiembre de 2010. ISBN 978-958-44-7280-9
- Colazzo, L.; Molinari, A.; Ronchetti, M.; Trifonova, A.; Towards a multi-vendor mobile learning management system. Proceedings of e-learn Conference, 2003.
- Felizardo, K.; Amaral, M.; Vedoato, R.; O uso do Moodle no apoio de ensino de programação para alunos iniciantes. 13º Congresso Internacional de Educação a Distância, 2007.
- Gamma, E. Helm, R. Johnson, R. Vlissides, J. Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley Professional, 1995.
- Georgiev, T.; Georgieva, E.; Smrikarov, A.; M-Learning – a new stage of e-learning. CompSysTech '04: Proceedings of the 5th international conference on Computer systems, 1-5, 2004.
- Hansen, R.P.; Crespo C.S.P., S.; Construindo Ambientes de Educação Baseada na Web Através de Web Services Educacionais. In: XIV Simpósio Brasileiro de Informática e Educação - SBIE2003, 2003, Rio de Janeiro. Simpósio Brasileiro de Informática e Educação - SBIE2003
- Hansen, R.P.; Crespo, C.S.P., S. and Hansen, C.R.; Integrando Web Services e Recursos Educacionais Através de Composição. In: XATA2005 - XML: Aplicações e Tecnologias Associadas, 2005, Braga, Portugal. XATA2005 -XML: Aplicações e Tecnologias Associadas. 2005
- Hewitt, E.; Java SOA Cookbook, 1st. Edition, O'reilly 2009.
- Ibrahim, A.; Zhao, L.; Supporting the OSGi Service Platform with Mobility and Service Distribution in Ubiquitous Home Environments. The Computer Journal. London:Mar 2009. Vol. 52, Iss. 2, p. 210-239 (30 pp.)
- Pan, Y.; Zhang, X.; Li, L.; Learning can happen anytime and anywhere: the application of m-learning in medical education. Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010 Second International Workshop, 2:508-511, 2010.
- Prensky, M.; What can you learn from a cell phone? Almost anything!. Innovate, Journal of Online Education, jun. 2005.
- Wains, S.; Mahmood, W.; Integrating m-learning with e-learning. SIGITE '08: Proceedings of the 9th ACM SIGITE conference on Information technology education, 2008.
- Ye, J.; Coyle, L.; Dobson, S.; Nixon, P.; Ontology-based models in pervasive computing systems. The Knowledge Engineering Review. Cambridge:Dec 2007. Vol. 22, Iss. 4, p. 315-347 (33 pp.)

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el artículo en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el artículo.