

# DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIONES DE APRENDIZAJE UBICUO

**Durán Elena, Álvarez Margarita, Unzaga Silvina, Salazar Nevelyn, Fernández Reuter Beatriz, González Gabriela, Figueroa Saritha y Cordero Ricardo**

Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información  
Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías  
Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)  
e-mail: {eduran, alvarez, sunzaga, nsalazar, bfreuter}@unse.edu.ar

## RESUMEN

En la Universidad Nacional de Santiago del Estero se está llevando a cabo el desarrollo del proyecto de investigación titulado "Sistemas de información web personalizados, basados en ontologías, para soporte al aprendizaje ubicuo". El mismo tiene como objetivo principal desarrollar aplicaciones basadas en ontologías que den soporte al aprendizaje ubicuo. En este artículo se presentan los objetivos, los resultados alcanzados y la formación de recursos humanos concretada en el marco del proyecto.

**Palabras clave:** Aprendizaje Ubicuo, Sistemas de Información Web, Personalización, Modelo de Usuario, Ontologías.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

Tradicionalmente, el aprendizaje se ha configurado como un proceso mediante el cual el aprendiz entra en contacto y adquiere conocimientos o destrezas, de alguna fuente autorizada, pero en la actualidad, las teorías más avanzadas sobre el aprendizaje sostienen que los aprendices no absorben de forma pasiva el conocimiento, personalmente significativo, sino que más bien lo crean de forma activa, a partir de su experiencia del mundo.

Por otro lado, en los últimos años, tanto Internet como la tecnología inalámbrica han registrado un gran avance permitiendo el acceso, gracias al uso de dispositivos móviles, a una gran variedad de diversa información y servicios y por lo tanto, extiende el aprendizaje haciendo realidad la idea de aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento. Las personas acceden a mejores experiencias de aprendizaje en sus ambientes de la vida diaria gracias a que los contenidos educativos están disponibles, y las interacciones pueden concretarse donde los estudiantes lo necesiten, en diferentes campos de la vida diaria, sin restricción de espacio ni de tiempo (Graf y Kinshuk, 2008).

Estos avances en las teorías educativas y en las tecnologías móviles han permitido el surgimiento del aprendizaje ubicuo (u-learning), considerado como una nueva y prometedora área. Esta forma de aprendizaje designa al conjunto de actividades formativas, apoyadas en tecnología, que están accesibles en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo (Saadiah y Kamarularifin, 2010).

El u-learning posee la característica de la personalización. Esto implica adaptar las metodologías de aprendizaje a los modos de aprendizaje de los estudiantes, de manera que se convierte en un método de aprendizaje individualizado que ayuda al estudiante más rápida y efectivamente. Es así que, la personalización en el u-learning tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes material, actividades e información de aprendizaje adaptado y personalizado, considerando los aspectos del contexto tales como la ubicación, el momento, los diferentes dispositivos, etc.

En consecuencia, se hace necesario que estas aplicaciones de u-learning manejen información de las características diferenciadas de los usuarios, de la tecnología que se utiliza y los contextos en los que se concreta el aprendizaje. En este sentido, las ontologías son una técnica que se puede utilizar con el fin de describir dicha información y hacerla compatible para diferentes fines, accesible para agentes de software que gestionen la personalización del sistema, y lo transformen en interoperable desde distintas plataformas.

Teniendo en cuenta la problemática planteada, desde el año 2012 se está desarrollando el proyecto de investigación "Sistemas de información web personalizados, basados en ontologías, para soporte al aprendizaje ubicuo", en el Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información, de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. El mismo tiene como finalidad realizar propuestas metodológicas y desarrollar

aplicaciones de software, que den soporte al aprendizaje ubicuo, mejorando la interoperabilidad y usabilidad de las mismas.

En este trabajo se presentan los objetivos del proyecto, los resultados alcanzados en el marco del mismo y la formación de recursos humanos.

## 2. OBJETIVOS

Con este proyecto de investigación se busca realizar contribuciones teóricas y metodológicas en el campo de los sistemas de información web de apoyo al aprendizaje, por medio de la aplicación de técnicas y métodos de computación ubicua, ontologías y técnicas personalización. En consecuencia los objetivos son:

1. Diseñar modelos de entorno de aprendizaje ubicuo ajustados al contexto de la educación universitaria, a partir de un enfoque sistémico.
2. Analizar, diseñar, construir, evaluar y/o reusar ontologías para sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.
3. Diseñar, construir y evaluar modelos de usuario basados en ontologías para personalizar sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.
4. Diseñar, construir y evaluar módulos de personalización de contenidos, navegación e interfaces de usuario, basados en tecnología de agentes, para sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.
5. Integrar los módulos de personalización de contenidos, navegación e interfaces de usuario en sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.
6. Evaluar la interoperabilidad y usabilidad de los sistemas de información web personalizados, de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados:

- a) *Modelo de entorno de aprendizaje ubicuo y aplicaciones de dicho modelo*: se diseñó un modelo de entorno de u-learning ajustado al contexto universitario a partir de un enfoque sistémico, el cual fue tomado como guía para orientar el diseño e implementación de una propuesta de capacitación docente en el uso de plataformas de aprendizaje (Figuroa et al., 2014). También, dicho modelo se aplicó, desde una perspectiva socio-cultural, como guía para

el diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la asignatura Tecnología de la Matemática (Cordero y Figueroa, 2015).

- b) *Arquitectura basada en modelos ontológicos para aplicaciones de aprendizaje ubicuo*: en Durán et al. (2014a) se presentó una arquitectura para desarrollar aplicaciones informáticas de u-learning. Esta arquitectura comprende cuatro dimensiones: los modelos, las ontologías, los componentes de software y el mundo exterior. Sobre la base de esta arquitectura fue posible el desarrollo de aplicaciones que operen en entornos dinámicos de computación ubicua y se adapten a los cambios de contexto.
- c) *Representación del contexto en aplicaciones de u-learning*: se trabajó sobre la definición de un nuevo enfoque para modelar el contexto, considerando la naturaleza dinámica de su información y los servicios de personalización que se pueden ofrecer en un entorno de u-learning (González y Durán, 2015).
- d) *Modelo de dominio en sistemas de aprendizaje ubicuo*: los contenidos que un estudiante puede aprender están representados generalmente por objetos de aprendizaje. El conjunto de estos, su estructura y relaciones conforman el dominio de aprendizaje. Al respecto, en Álvarez et al. (2015a) se desarrolló el modelo conceptual del dominio con la descripción de las clases principales que lo componen, sus atributos y relaciones.
- e) *Objeto de Aprendizaje para la enseñanza de la Simulación*: se desarrollaron objetos de aprendizaje cuyo objetivo es afianzar conceptos de la Simulación como técnica experimental de resolución de problemas y que forman parte del Modelo de dominio (Salazar y Durán, 2014).
- f) *Modelo de Requerimientos de una Aplicación de Apoyo al Aprendizaje Ubicuo para el Ingreso Universitario*: en Únzaga et al. (2015) se realizó el modelado de los requisitos que permitieron validar la arquitectura mencionada anteriormente para una aplicación de u-learning en un área del curso de ingreso de la universidad.
- g) *Módulo de personalización para aplicaciones de soporte al aprendizaje ubicuo*: una de las características fundamentales del u-learning es que permite ofrecer servicios personalizados a los estudiantes. En Durán (2014) se conceptualizó las técnicas de personalización que se aplican en el u-learning y, con base en estas técnicas en Durán et al. (2014b) se presentó el módulo de personalización que es

uno de los módulos que forma parte de la dimensión componentes de software de la arquitectura. En Álvarez et al. (2015b) se describió una estrategia para personalizar recomendaciones y servicios destinados a los estudiantes basada en un enfoque de personalización híbrido. Esta estrategia permitió adaptar los contenidos, el camino de aprendizaje, la interfaz y la colaboración, tanto a las características relevantes de los estudiantes como a los aspectos que caracterizan una situación de aprendizaje particular, el ambiente donde se concreta y los dispositivos y medios que se usan. En Durán et al. (2016a) se avanzó en el desarrollo de los servicios propuestos y en el diseño de las reglas de inferencias para cada servicio.

- h) *Ontología del perfil de usuario para personalización de sistemas de u-learning universitarios*: se diseñó y construyó la ontología del perfil del estudiante para sistemas de u-learning universitarios. La misma está compuesta por las características de los estudiantes y del entorno que resultan relevantes para efectuar las tareas de personalización en dichos sistemas (González, 2014) y (González y Durán, 2014).
- i) *Modelo ontológico para personalizar aplicaciones de aprendizaje ubicuo*: en Durán et al. (2016b) se desarrolló un modelo ontológico con un esquema conceptual exhaustivo que modela la semántica del contexto de aplicaciones informáticas de u-learning y los razonamientos que se pueden hacer a partir de este modelo para inferir nuevo conocimiento con fines de personalización. Disponer de este marco de referencia permitirá a un diseñador de software tomar decisiones adecuadas con respecto a la construcción de una aplicación de u-learning, ya que contarán con todas las clases, relaciones y reglas de razonamiento.
- j) *Modelo multi-agente para recomendación personalizada de tutores de aprendizaje en tiempo real*: en Fernández Reuter et al. (2015) se propone un modelo multi-agente de recomendación de tutores que utiliza políticas configurables y permite monitorear la interacción del alumno con el entorno educativo virtual, con el fin de detectar dificultades en su aprendizaje y ofrecerle alternativas de ayuda personalizadas.
- k) *Modelo de servicios y su instanciación para una aplicación de apoyo al u-learning*: con el fin de manejar la complejidad que presentan las

aplicaciones informáticas que sirven de apoyo al aprendizaje ubicuo, se abordó el diseño de las mismas desde un enfoque basado en modelos. En Durán et al. (2016c) se presentó una nueva versión del metamodelo presentado en Durán et al. (2013) completándolo con el Modelo de Servicios. Además, se realizó la instanciación del modelo para el diseño de una aplicación de apoyo al aprendizaje ubicuo en un curso sobre Redes de Computadoras.

- l) *Diseño y construcción de una aplicación móvil personalizada de apoyo al aprendizaje de Redes de Computadoras*: se diseñó y construyó una aplicación móvil para Tablets y Smartphones con S.O. Android, que utiliza códigos QR para reconocer componentes en un laboratorio de redes de computadoras y presenta información personalizada, de esos componentes, en base al estilo de aprendizaje y nivel de conocimiento del estudiante. (Loto y Durán, 2015).
- m) *Búsqueda y Recomendación de contenido educativo*: los entornos de aprendizaje virtual poseen una gran cantidad de información útil para el desarrollo de las diferentes actividades desempeñadas por los estudiantes en las distintas etapas del proceso de aprendizaje. Sin embargo, carecen de medios de búsqueda adecuados dentro del entorno, por lo que se dificulta encontrar la información para todos aquellos estudiantes que poseen una duda puntual. En Fernández Reuter et al. (2014) se propuso un enfoque para la búsqueda y recomendación que combina técnicas de Minería de Contenido Web y Recuperación de Información, para asistir a los estudiantes en la búsqueda de información adecuada, a partir del ingreso de una consulta. Otro resultado relacionado es el presentado en Fernández Reuter y Durán (2014), donde se elaboró la búsqueda y recomendaciones para la evacuación de dudas respecto a temáticas de una asignatura, a través de una plataforma de e-learning.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En las tablas 1 y 2 se incluye la formación de recursos humanos realizada en el marco del proyecto. Específicamente, en tabla 1 se consignan las tesis de posgrado y los trabajos finales de grado que se encuentran en desarrollo y finalizados; y en la tabla 2, los becarios con sus correspondientes trabajos y tipos de becas.

Además, con el desarrollo de este proyecto se está afianzando el grupo de investigación en las temáticas del proyecto: aprendizaje ubicuo, personalización y ontologías, lo que contribuye a

una mejora en el fondo de conocimiento disciplinar disponible, no sólo a nivel local sino también regional y nacional.

**Tabla 1.** Formación de Recursos Humanos: Tesis de posgrado y Trabajos Finales de Grado

TÍTULO DEL TRABAJO	ALUMNOS	NIVEL	ESTADO
Personalización en Sistemas de Aprendizaje Ubicuo	Beatriz Fernández Reuter	Tesis de Doctorado en Ciencias de la Computación, UNICEN	Tesis en ejecución.
Representación del Contexto en Aplicaciones de Aprendizaje Ubicuo.	González Gabriela	Tesis de Doctorado en Ciencias de la Computación, UNICEN	Tesis en ejecución.
QRNetwork: Aplicación móvil híbrida personalizada de apoyo al aprendizaje de Redes de Computadoras.	Matías Loto	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo Final aprobado. Noviembre 2015.
Detección automática de roles en grupos de aprendizaje colaborativos soportados por computadora.	Gabriela Cecilia Argañaraz y Miriam Edit Calo	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo Final aprobado, Septiembre 2015.
Sistema Multi-Agente para la personalización de Tareas en Grupos de Aprendizaje Colaborativo soportado por Computadora.	Melina Beatriz Trejo y Pablo Luis Martínez	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo Final aprobado, Abril 2015.
Ontología del Perfil del usuario para personalización de sistemas de U-learning universitarios	González Gabriela	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo Final aprobado. Marzo de 2014.

**Tabla 2.** Formación de Recursos Humanos: Becas

TIPO BECA	ORGANISMO OTORGANTE	TÍTULO DEL TRABAJO	ALUMNO	PERÍODO
Beca Interna Doctoral	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)	Personalización en entornos de U-learning	Fernández Reuter, Beatriz	2013-2018
Beca Interna Doctoral Cofinanciada	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)	Representación del contexto en aplicaciones de aprendizaje ubicuo	González, Gabriela	2014-2019

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Únzaga S. y Durán E. (2015a). “Modelo de dominio en sistemas de aprendizaje ubicuo”. 10° Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. 21 y 22 de mayo de 2015. Universidad Nacional de Salta. ISBN N°: 978-987-633-133-3. Pág. 116.
- Álvarez, M., Únzaga, S. y Durán, E. (2015b). “Recomendaciones Personalizadas para Aplicaciones de Soporte al Aprendizaje Ubicuo”. XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2015. Junín.
- Cordero, R. y Figueroa, S. (2015). “Modelo de entorno de aprendizaje ubicuo para la enseñanza de la Tecnología de la Matemática”. X Jornadas de Ciencia y Tecnología. Argentina.

- Durán, E., Únzaga S. y Álvarez, M. (2013) “Meta-Modelo de Aplicación de Aprendizaje Ubicuo. Instanciación del Modelo de Servicios”. Anales de V Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles (CAVA 2013), ISBN: 978-950-605-762-6.
- Durán, E. (2014). “Las Técnicas de Personalización en los Sistemas de Aprendizaje Ubicuo”. Fifth International Conference on Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability (ADNTIIC 2014), ALAIPO, Huerta Grande, Córdoba, Argentina, ISBN 978.88.96.471.37.1.
- Durán, E.; Álvarez, M. y Únzaga, S. (2014a). “Ontological model-driven architecture for ubiquitous learning applications”. EATIS 2014

- 7th Euro American Association on Telematics and Information Systems. Valparaíso (Chile). 2 al 4 de Abril de 2014.
- Durán, E.; Alvarez, M. y Unzaga, S. (2014b). "Design of a Personalization Module for U-learning application". Fifth International Conference on Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability (ADNTIIC 2014), ALAIPO, Huerta Grande, Córdoba, Argentina, ISBN 978.88.96.471.37.1.
- Durán, E., Álvarez, M., Únzaga, S. y González, G. (2016a). "Personalization Module for U-learning Applications". Handbook of Research on Human Interaction and the Impact of Information Technologies/IGI Global. En edición.
- Durán, E., Álvarez, M., Únzaga S. (2016b). "Modelo ontológico para personalizar aplicaciones de aprendizaje ubicuo". EATIS 2016. Colombia. 27-29 de abril de 2016.
- Durán, E., Únzaga S. y Álvarez, M. (2016c). "Instanciación del Modelo de Servicios para una aplicación de apoyo al Aprendizaje Ubicuo en un curso de Redes de Computadoras". Revista TEKNOS de la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. ISSN 1900-7388. En edición.
- Fernández Reuter, B., Durán, E. y Amandi, A. (2014). "Búsqueda y Recomendación de contenido educativo en entornos virtuales de aprendizaje". XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa. 15th Argentine Symposium on Artificial Intelligence, ASAI 2014, SADIO y Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo, Buenos Aires, ISBN 1850-2784, pp. 67-74.
- Fernandez Reuter, B. y Durán, E. (2014). "Framework de recomendación automática de contenidos en foros de discusión para entornos de e-learning". 7th Euro American Association on Telematic and Information Systems (EATIS 2014). Valparaiso, Chile. Proceedings published by ACM Digital Library within its International Conference Proceedings Series. ISBN 978-1-4503-2435-9. Article N°: 38.
- Fernández Reuter, B., González, G., y Durán, E. (2015). "Modelo multi-agente para recomendación personalizada de tutores de aprendizaje en tiempo real". IV Congreso Argentino de la Interacción – Persona Computador@, Telecomunicaciones, Informática e Información Científica– IPCTIIC.
- Figuroa, S; Cordero, R. Leiva, V; Aoad, V. (2014) "Modelo de entorno de aprendizaje ubicuo: su aplicación en el proceso de capacitación docente". IV Jornadas del NOA y II Jornadas nacionales de educación a distancia y tecnologías educativas. Argentina.
- González, G. (2014). "Ontología del perfil de usuario para personalización de sistemas de u-learning universitarios". XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (43JAIIO) XVII Concurso de Trabajos Estudiantiles (EST). Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN 1850-2946. Vol. 90-114. 2014.
- González, G. y Durán E. (2014). "Modelo del estudiante para sistemas de aprendizaje ubicuo: representación por medio de ontologías". IX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2014), Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja, ISBN 978-987-24611-1-9, pp. 298-305.
- González, G. y Durán, E. (2015). "Representación del contexto en aplicaciones de aprendizaje ubicuo". Workshop "Informática Educativa" en Seminario-Taller Internacional "Los nuevos horizontes de la Informática Educativa". Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Graf S. y Kinshuk (2008). "Adaptivity and Personalization in Ubiquitous Learning Systems". A. Holzinger (Ed.): USAB 2008, LNCS 5298, pp. 331-338, 2008. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Loto M. y Durán E. (2015). "Diseño de una aplicación móvil personalizada de apoyo al aprendizaje de Redes de Computadoras". X Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología. Corrientes.
- Saadiah Y., Erny A. & Kamarularifin A. J. (2010). "The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion". International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology. (IJEDICT), Vol. 6, Issue 1, pp. 117-127.
- Salazar, N. y Durán, E. (2014). "Objeto de Aprendizaje para la enseñanza de la Simulación". IX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2014).
- Únzaga S., Álvarez M., Durán E. (2015). "Modelo de Requerimientos de una Aplicación de Apoyo al Aprendizaje Ubicuo para el Ingreso Universitario". TE&ET'15: X Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología 2015. Argentina.