

# DESARROLLOS BASADOS EN ONTOLOGÍAS DE SOPORTE AL APRENDIZAJE UBICUO

**Durán Elena, Álvarez Margarita, Unzaga Silvina, Salazar Nevelyn, Fernández Reuter Beatriz**

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 este trabajo se presenta el proyecto de investigación "Sistemas de información web personalizados, basados en ontologías, para soporte al aprendizaje ubicuo", que desde el año 2012 se está desarrollando en la Universidad Nacional de Santiago del Estero. En el marco de este proyecto se están realizando propuestas metodológicas y desarrollos de aplicaciones de software de soporte al aprendizaje ubicuo. Se presenta en este artículo los objetivos, los resultados alcanzados y la formación de recursos humanos concretada en el marco del proyecto.

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

## 1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

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 diversa información y servicios, desde cualquier lugar y en cualquier momento. Estos avances han permitido el surgimiento de una nueva área de conocimiento: la computación ubicua. Este nuevo sector pretende incorporar a los objetos de la vida cotidiana capacidad de cómputo, de comunicaciones inalámbricas y de interacción entre ellos para crear un nuevo modelo de la realidad en la que estos objetos interoperan, facilitando la realización de tareas a las personas.

Por otra parte, las tecnologías educativas están constantemente evolucionando para dar apoyo al aprendizaje. Esto combinado con los avances mencionados en el párrafo anterior, han permitido el surgimiento del aprendizaje ubicuo 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 aprendizaje ubicuo posee los beneficios de la computación ubicua y tiene 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. Por lo tanto, el aprendizaje ubicuo se caracteriza por proveer maneras intuitivas de identificar los contenidos, servicios y colaboradores para el aprendizaje, en el lugar correcto y en el momento adecuado (Fernández et al., 2006).

Es así que, el desarrollo de sistemas de información de apoyo al aprendizaje ubicuo requieren considerar diversidad de estudiantes, una variedad de dispositivos que pueden utilizar los mismos, diferentes estrategias, dominios y contextos de aprendizaje. Estos sistemas deben ofrecer distinto tipo de servicios al estudiante, ajustados a los cambios de contexto, a la movilidad y conectividad, así como a las características propias de cada estudiante. En consecuencia, se hace necesario que estos entornos ofrezcan la capacidad de adaptarse a las características diferenciadas de sus usuarios. En este sentido, las técnicas provenientes del campo de la Inteligencia Artificial y la Web Semántica, ofrecen herramientas que se pueden utilizar con fines de personalización.

Uno de los componentes claves de la Web semántica son las ontologías, que son un esquema conceptual, exhaustivo y riguroso, dentro de uno o varios dominios dados; que se construyen con la finalidad de facilitar la comunicación y el intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades.

Atendiendo a esta problemática, desde el año 2012 se está desarrollando 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 (UNSE), el proyecto de investigación "Sistemas de información web personalizados, basados en ontologías, para soporte al aprendizaje ubicuo", cuya finalidad es realizar propuestas metodológicas y desarrollar aplicaciones de software, que den soporte al aprendizaje ubicuo, mejorando la interoperabilidad y usabilidad de las mismas. Este proyecto es parte del programa de investigación denominado "Sistemas de Información Web basados en Tecnología de Agentes", avalado y subvencionado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNSE.

En este trabajo se presenta una síntesis del proyecto y los resultados alcanzados en el marco del mismo.

### 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 generales de este proyecto son:

- Favorecer el desarrollo de conocimiento científico-tecnológico de relevancia para el desarrollo de sistemas de información personalizados para la web semántica que den soporte al aprendizaje ubicuo.
- Realizar propuestas metodológicas y desarrollos para sistemas de información web personalizados basados en ontologías, para aprendizaje ubicuo, que mejoren la interoperabilidad y la usabilidad de estos sistemas.
- Transferir y ofrecer servicios al medio a través del asesoramiento y capacitación de estudiantes de grado y posgrado por medio de cursos y seminarios; realizar publicaciones en revistas especializadas, y presentar comunicaciones en congresos y jornadas.
- Formar recursos humanos mediante la realización de tesis de grado y posgrado, y la dirección de becas de investigación.

Los objetivos específicos de este proyecto son:

1. Analizar, diseñar, construir, evaluar y/o reusar ontologías para sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.

2. Diseñar, construir y evaluar modelos de usuario basados en ontologías para personalizar sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.
3. 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.
4. 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.
5. 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 está trabajando en:

- a) Desarrollo de ontologías del contexto. Para lo cual, siguiendo la propuesta de Siadaty (2008), se han considerado dos tipos de contexto: contexto de aprendizaje y contexto móvil. El primero está conformado por los estudiantes, los objetos de aprendizaje y la estrategia pedagógica. El contexto móvil se refiere principalmente a los aspectos espaciales y temporales de la situación de aprendizaje del estudiante. Siguiendo esta perspectiva se han desarrollado las ontologías preliminares de: ambiente, dominio, comunicación, dispositivos y estrategia de aprendizaje y se ha construido una versión avanzada de la ontología del Modelo del Estudiante usando la herramienta Protege OWL.
- b) Desarrollo de modelos de usuario usando las ontologías preliminares definidas, que permiten personalizar los sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios. En este sentido, se están desarrollando trabajos que permiten personalizar la interfaz, los contenidos y la navegación de aplicaciones ubicuas sobre la base de los estilos de aprendizaje, el nivel de conocimiento, los roles desempeñados por los estudiantes, la ubicación, los dispositivos, redes de comunicación empleadas, etc. Además, se ha diseñado un modelo genérico para aplicaciones de aprendizaje ubicuo y un modelo de la

arquitectura del sistema multi-agente de apoyo a este tipo de aprendizaje.

- c) Construcción e integración de los módulos de personalización de contenidos, navegación e interfaces de usuario mediante agentes de software. En este caso se ha desarrollado un método de detección automática de roles basado en técnicas de Inteligencia Artificial y se ha implementado el mismo en cursos a distancia. Además, se está desarrollando un

módulo basado en tecnología de agentes para personalizar entornos de aprendizaje colaborativos, y se ha construido un prototipo de Sistema de Gestión de Contenidos Centralizado.

En la tabla 1, se sintetizan los resultados obtenidos conforme a los objetivos planteados en el proyecto, y se muestran los indicadores verificables de cada resultado.

**Tabla 1.** Resultados obtenidos

OBJETIVOS	RESULTADOS OBTENIDOS	INDICADORES VERIFICABLES
Analizar, diseñar, construir, evaluar y/o reusar ontologías para sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.	Ontologías preliminares para aplicaciones ubicuas y ontología avanzada del modelo del Estudiante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ONTO-AU: Una Ontología para Sistemas de Apoyo al Aprendizaje Ubicuo (Álvarez et al., 2012).</li> <li>• Ontology and Software Agents to Assist Ubiquitous Learning (Durán et al., 2012).</li> <li>• Ontología del estudiante para sistema ubicuo de enseñanza de redes (González y Durán, 2013).</li> </ul>
Diseñar, construir y evaluar modelos de usuario basados en ontologías para personalizar sistemas de información web de apoyo al aprendizaje ubicuo en contextos universitarios.	Personalización en educación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligent Adaptive Systems to Support Personalized Education (Durán, 2012)</li> <li>• Personalización en entornos de u-learning (Fernández Reuter et al., 2013).</li> </ul>
	Modelo genérico para aplicaciones de aprendizaje ubicuo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un enfoque basado en modelos para representar el contexto en aplicaciones de aprendizaje ubicuo (Alvarez, et al., 2013).</li> <li>• Metamodelo de aplicación de aprendizaje ubicuo. Instanciación del modelo de servicios (Durán et al., 2013b).</li> </ul>
	Arquitectura del Sistema Multi-Agente de apoyo al aprendizaje ubicuo.	Ontological model-driven architecture for ubiquitous learning applications (Durán et al., 2014).
	Modelo Genérico de Sistemas Multi-Agentes de apoyo al aprendizaje ubicuo	Generic Model of a Multi-Agent System to Assist Ubiquitous Learning (Durán et al., 2013a).
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.	Método de detección automática de roles basados en agentes para personalización de ambientes educativos.	Los Roles en Grupos de Aprendizaje Colaborativos Soportado por Computadora: Un método de detección automática (Argañaraz et al., 2012).
	Modelo multi-agente para personalizar entornos de aprendizaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Multi-Agente para la Personalización de Entornos de Aprendizaje Colaborativo (Trejo et al, 2012).</li> <li>• Personalización de entornos de aprendizaje colaborativo: un modelo multiagente para la recomendación de tareas pedagógicas (Trejo et al., 2013).</li> </ul>
	Prototipo de un Sistema de Gestión de Contenidos Centralizado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectura de un Sistema de Gestión de Contenidos Centralizado (Romano Paz y Alvarez, 2012).</li> <li>• Prototipo de Gestor de Contenidos Centralizado y Flexible para mejorar el mantenimiento de páginas web (Romano Paz, 2013).</li> </ul>

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En las tablas 2 y 3 se incluye la formación de recursos humanos realizada en el marco del proyecto. Específicamente, en tabla 2 se consignan

las tesis de posgrado y los trabajos finales de grado que se encuentran en desarrollo; y en la tabla 3, 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: computación ubicua, 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 2.** 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.
Prototipo de Gestor de Contenidos Centralizado y Flexible para mejorar el mantenimiento de páginas web	Ronald F. Romano Paz.	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo Final aprobado, Diciembre de 2013.
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 en ejecución.
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 en ejecución.
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 3.** Formación de Recursos Humanos: Becas

TIPO BECA	ORGANISMO OTORGANTE	TÍTULO DEL TRABAJO	ALUMNO
Becas de Estímulo a las Vocaciones Científicas (Beca CIN) para estudiantes de grado	Consejo Interuniversitario Nacional	Construcción de Ontologías del Modelo de Dominio para Sistemas de Información Web de apoyo al aprendizaje en entornos virtuales.	Valdez María de los Ángeles.
Becas de Fin de Carrera para Estudiantes de Grado en Carreras TICs (1 año) vigente desde noviembre de 2012	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica	Ontología del perfil de usuario para personalización de sistemas de u-learning universitarios	González Gabriela
Beca Interna de Postgrado tipo I (3 años) (vigente desde abril de 2013)	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)	Personalización en entornos de U-learning	Fernández Reuter, Beatriz

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, Margarita M.; Durán, Elena B. y Únzaga, Silvina S. (2012). "ONTO-AU: Una ontología para sistemas de apoyo al aprendizaje ubicuo". VIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Capítulo V. pag: 143. ISSN: 1853-7871. 27 y 28 de septiembre de 2012. Tucumán.

Alvarez, Margarita M.; Únzaga, Silvina I. y Durán, Elena B. (2013). "Un enfoque basado en modelos para representar el contexto en

aplicaciones de aprendizaje ubicuo". IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. ISSN: 1853-7871. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 3 y 4 de octubre de 2013.

Argañaraz, Gabriela C.; Calo, Miriam E. y Durán, Elena (2012). "Los Roles en Grupos de Aprendizaje Colaborativos Soportado por Computadora: Un método de detección automática". XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2012).

- ISBN 978-987-1648-34-4. Bahía Blanca, Bs. As. 8 al 12 de octubre 2012.
- Durán, Elena B. (2012). "Intelligent Adaptive Systems to Support Personalized Education". Third International Conference on Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability (ADNTIIC 2012). ISBN 978-88-96-471-16-6. Huerta Grande, Córdoba, Argentina. 3 al 5 de Diciembre de 2012.
- Durán, Elena B.; Álvarez, Margarita M. y Únzaga, Silvina I. (2012). "Ontology and Software Agents to Assist Ubiquitous Learning". Chapter 5, pp. 75-84. Handbooks Computer Engineering and Innovations in Education for Virtual Learning Environments, Intelligent Systems and Communicability. Multimedia Mobile Technologies, Experiences in Research and Quality Educational Trends, Francisco Ficarra, Kim Veltman, Chih-Fang Huang, Domen Verber, Miguel Ficarra, Mary Brie, Jim Carré and Donald Nilson (Eds.). Informatics and Emerging Excellence in Education Collection, Vol 1, Blue Herons Editions. ISBN 978-88-96471-14-2, Italia, diciembre de 2012.
- Durán, Elena B.; Álvarez, Margarita M. y Únzaga, Silvina I. (2014). "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. En edición.
- Durán, Elena B.; Álvarez, Margarita M. y Únzaga, Silvina I. (2013a). "Generic Model of a Multi-Agent System to Assist Ubiquitous Learning". Chapter 49, pp 544-554. Advanced Research and Trends in New Technologies, Software, Human-Computer Interaction, and Communicability. Francisco Vicente Cipolla-Ficarra (ALAIPO – AINCI, Spain and Italy). Release Date: August, 2013. OI: 10.4018/978-1-4666-4490-8, ISBN13:9781466644908, ISBN10: 1466644907, EISB N13: 9781466644915. IGI Global.
- Durán, Elena; Únzaga, Silvina y Álvarez, Margarita (2013b). "Metamodelo de aplicación de aprendizaje ubicuo. Instanciación del modelo de servicios". CAVA 2013 - V Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles. 23 al 25 de octubre de 2013. San Juan. Argentina.
- Fernández Reuter, Beatriz; Durán, Elena y Amandi, Analía (2013). "Personalización en entornos de u-learning". VI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, pp. 1092–1095.
- Fernández, E., Mir, C. y Martí, F. (2006). "El aprendizaje ubicuo como factor diferenciador en la educación superior". Actas del II Congreso Iberoamericano sobre Computación Ubicua (CICU 06), Alcalá de Henarés, España, 287-296, 2006.
- González Gabriela y Durán Elena (2013). "Ontología del estudiante para sistema ubicuo de enseñanza de redes". Anales IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA, 3 al 5 de Octubre de 2013, Santiago del Estero. Libro de Resúmenes pág. 98, Edición completa en CD. ISSN 1853-7871.
- Romano Paz, Ronald F. (2013). "Prototipo de Gestor de Contenidos Centralizado y Flexible para mejorar el mantenimiento de páginas web". Trabajo Final para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información de la UNSE.
- Romano Paz, Ronald F. y Alvarez, Margarita M. (2012). "Arquitectura de un Sistema de Gestión de Contenidos Centralizado". VIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA. Capítulo V. pag: 139. ISSN: 1853-7871. 26 y 27 de septiembre de 2012. Tucumán.
- Trejo, Melina, Martínez, Pablo y Durán, Elena (2013). "Personalización de entornos de aprendizaje colaborativo: un modelo multiagente para la recomendación de tareas pedagógicas". CAVA 2013- V Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles. 23 al 25 de octubre de 2013. San Juan. Argentina.
- Trejo, Melina; Martínez; Pablo y Durán, Elena (2012). "Modelo Multi-Agente para la Personalización de Entornos de Aprendizaje Colaborativo". VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. (TE&ET 2012). ISBN: 978-987-28186-0-9. Pergamino, Bs. As. 11 y 12 de Junio de 2012.
- 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), 2010, Vol. 6, Issue 1, pp. 117-127.