

# Avances en Métodos y Técnicas para la construcción de Aplicaciones basadas en Computación Ubicuas

Únzaga Silvina; Durán Elena, Álvarez Margarita, Salazar Nevelyn, Fernández Reuter Beatriz, González Gabriela, Montoto Sebastián, Sanchez Daniel, Diaz Fátima y Quintana Cancinos, Fernando

Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información (IIISI)  
Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)

e-mail: {sunzaga; eduran, alvarez, nsalazar, bfreuter, ggonzalez, }@unse.edu.ar,  
sebastian.montoto@gmail.com, licprofsanchezdaniel@gmail.com, fatimadiaz91@gmail.com,  
f.quintana88@yahoo.com.ar

## CONTEXTO

En la Universidad Nacional de Santiago del Estero se está llevando a cabo el desarrollo del proyecto de investigación titulado "Métodos y Técnicas para desarrollos de Aplicaciones Ubicuas"; proyecto acreditado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (SICYT - UNSE). El período de ejecución del proyecto es 2017-2020. Este proyecto tiene como objetivo favorecer el desarrollo de conocimiento científico-tecnológico de relevancia sobre Computación Ubicua, realizando propuestas de técnicas, métodos y estrategias para el diseño y construcción de aplicaciones ubicuas.

## RESUMEN

Los nuevos desarrollos de las Ciencias de la Computación/Informática se orientan hacia la Computación Ubicua, en la que los ordenadores están incluidos en nuestros movimientos naturales y en las interacciones con nuestro entorno, tanto físico como social. Este nuevo paradigma de la computación involucra dos características fundamentales: la movilidad y la pervasividad. Los principales desafíos en la Computación Ubicua se originan, entonces, en la integración de ambas características en la búsqueda de que todo dispositivo computacional, mientras se mueve con nosotros, pueda ir construyendo de forma incremental modelos dinámicos de sus diversos entornos y configurar sus servicios en consecuencia.

Nuevos retos emergen en términos de cómo se debe diseñar y desarrollar aplicaciones ubicuas. Esto requiere el replanteo de las arquitecturas de software posibles, el diseño de ontologías y de modelos de dominio, nuevos escenarios de

interacciones y el análisis de nuevas familias de requisitos no funcionales (como configurabilidad y la adaptabilidad).

Con el proyecto de investigación presentado en el contexto, se busca desarrollar nuevas técnicas, métodos y estrategias para el diseño y construcción de aplicaciones ubicuas, atendiendo a los nuevos retos que la computación Ubicua impone.

En este artículo se describe el proyecto, los resultados obtenidos a lo largo de tres años de ejecución del mismo, en especial la formación de recursos humanos concretada en el marco del proyecto.

**Palabras clave:** Computación Ubicua, Técnicas de Diseño de Software, Razonamiento Automático, Sistemas Adaptativos, Ontologías, Evaluación de Sistemas Ubicuos

## 1- INTRODUCCIÓN

El término "computación ubicua" se atribuye a Mark Weiser (Weiser, 1991) quien manifestaba que las tecnologías más profundas son aquellas que desaparecen, quedando inmersas en la vida cotidiana, de forma tal que no se pueden distinguir de ella.

Este nuevo campo de la computación ubicua, 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 entre sí para facilitar la realización de las tareas a las personas. Uno de los principales objetivos de la Computación Ubicua es volver invisibles a los dispositivos computacionales, ubicándolos en un segundo plano. Este objetivo supone una potencial

revolución que puede hacer cambiar el modo de vida diario.

Las personas se centrarán en las tareas que deben hacer, no en las herramientas que utilizan, porque se pretende que esas herramientas pasen desapercibidas. El significado de enviar la computación a un "segundo plano", se refiere a dos conceptos. El primero es el significado literal de que la tecnología de la computación se debe integrar en los objetos, cosas, tareas y entornos cotidianos. Y la segunda, es que esta integración se debe realizar de forma que la introducción de computación en estas cosas u objetos no interfieran con las actividades para las que son usadas, y que proporcionen un uso más cómodo, sencillo y útil de esos objetos (Chaparro-González, 2003).

La Computación Ubicua revoluciona el paradigma actual de interacción hombre-computador, cuyo objetivo es dar una ayuda personalizada a los sujetos.

Por lo tanto, el desarrollo de aplicaciones de software ubicuas presenta para los desarrolladores un inmenso desafío. Son muchos los problemas a resolver a la hora de construir una aplicación ubicua: conocer el contexto, razonar en base al mismo y actuar en consecuencia. Atendiendo a ello, en Durán et al. (2014) hemos propuesto una arquitectura para desarrollar aplicaciones de aprendizaje ubicuo, pero que perfectamente puede ser adaptada para aplicaciones de computación ubicua en general. Sobre la base de esta arquitectura es posible el desarrollo de aplicaciones que operen en entornos dinámicos de computación ubicua y se adapten a los cambios de contexto. Esta arquitectura ofrece, además, un enfoque de desarrollo de aplicaciones basado en modelos ontológicos que facilita la adaptación dinámica y automática de los servicios disponibles para el usuario.

Considerando los diversos componentes de esta arquitectura (módulos de software que gestionan servicios, modelos, ontologías y repositorios) y que existen distintas técnicas y métodos que se pueden aplicar para el modelado y creación de estos componentes, se propuso en el proyecto que aquí se presenta, investigar las técnicas y métodos para el modelado y construcción de aplicaciones ubicuas.

## 2- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el Proyecto "Métodos y Técnicas para desarrollos de Aplicaciones Ubicuas"; se han definido los siguientes objetivos:

1. Revisar y analizar las técnicas y métodos existentes para el modelado y la construcción de aplicaciones ubicuas.
2. Construir y evaluar el modelo de contexto ubicuo.
3. Evaluar y proponer técnicas y métodos para el razonamiento y la adaptación en aplicaciones ubicuas.
4. Aplicar las técnicas y métodos propuestos en la construcción de aplicaciones ubicuas de impacto local y regional.
5. Evaluar, en contextos reales, el nivel de satisfacción del usuario y el desempeño de las aplicaciones ubicuas construidas.
6. Formar recursos humanos mediante la dirección de tesis de posgrado, trabajos finales de grado y la dirección de becas de investigación.
7. 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.

Para cumplir con estos objetivos, se comenzó con una exploración e investigación bibliográfica sobre técnicas y métodos utilizados hasta el momento para el modelado y construcción de aplicaciones ubicuas; se evaluaron las técnicas y métodos estudiados y se diseñaron nuevas técnicas y métodos para mejorar las falencias encontradas.

Se identificaron y analizaron problemáticas que demandaban la construcción de aplicaciones ubicuas. Se estudiaron los requerimientos de estas aplicaciones y la posibilidad de aplicar las nuevas técnicas, métodos y estrategias desarrolladas, para su construcción.

Para la identificación de las problemáticas se aplicó la Metodología de los Sistemas Blandos y sus técnicas asociadas. Para el estudio de los requerimientos de estas aplicaciones se usaron técnicas y métodos de la Ingeniería de Requisitos

Se analizaron los repositorios existentes evaluando la posibilidad de ser utilizados en las aplicaciones ubicuas a diseñar. Se construyó el modelado de requisitos y el modelo de análisis y diseño de las aplicaciones ubicuas. Para ello se usaron los modelos diseñados en etapas previas; y se utilizaron técnicas provenientes de la Ingeniería de Software, de la Ingeniería Web, Ingeniería ontológica, Inteligencia Artificial y las nuevas técnicas, métodos y estrategias propuestos en esta investigación.

Se construyó el software diseñado, aplicando técnicas de programación de dispositivos móviles y de programación web. Para las pruebas de unidad se aplicaron técnicas de prueba caja blanca y de caja negra.

En el último año del proyecto se trabajará para el cumplimiento del objetivo 5, Evaluar, en contextos reales el nivel de satisfacción del usuario y el desempeño de las aplicaciones ubicuas construidas.

Para ello se evaluará el nivel de satisfacción del usuario y el desempeño de la aplicación ubicua, se identificarán indicadores, presentes en el producto y en el uso del sistema. Se investigarán estándares referidos a la usabilidad del software, métricas del producto y antecedentes de otros trabajos en los que se evalúen estas variables.

### 3- RESULTADOS OBTENIDOS

Los principales resultados obtenidos para cumplir con los objetivos planteados son los siguientes:

- a) *Estado del arte sobre creación y gestión de repositorios para aplicaciones ubicuas.* Este resultado se documenta en Zachman et al. 2017, donde se presenta estudio exploratorio y bibliométrico del estado del arte de aplicaciones ubicuas en el escenario de los repositorios institucionales. Estudio realizado con el fin de establecer las bases para la futura creación de un modelo de la arquitectura de un repositorio institucional, procesable desde la computación ubicua.
- b) *Método para generar recomendaciones personalizadas para integrar grupos de aprendizaje ubicuo y colaborativo.* Se generaron dos versiones de este método. En la primera (Alvarez et. al. 2017) se generan recomendaciones de compañeros con los que un estudiante puede conformar un grupo de trabajo para desarrollar una tarea colaborativamente en un ambiente de aprendizaje ubicuo. El método considera condiciones temporales, académicas, disponibilidad horaria, y cercanía física. Se presenta, además, un ejemplo demostrativo de la aplicación del método. En la segunda versión del método (Quintana Cancino et. al., 2018; Quintana Cancino et. al., 2019) se recomienda en base a la ubicación de los estudiantes, las condiciones académicas que deben cumplir los mismos y características que aseguren la heterogeneidad de integrantes en el grupo.

c) *Estrategia para la personalización de servicios para aplicaciones ubicuas* (Duran et. al 2017a; Duran et. al, 2017b). La estrategia propuesta permite personalizar servicios en contextos ubicuos y fue implementada en una aplicación para apoyar el aprendizaje de los estudiantes en el curso de ingreso universitario de la FCEyT-UNSE (Montoto et. al. 2018).

d) *Método para recomendar expertos que apoyen el aprendizaje en entornos ubicuos* (Duran et. al; 2017c; Duran et. al; 2018). El método genera recomendaciones automáticas de expertos para asesorar a los estudiantes, considerando las experiencias previas de los expertos con otros estudiantes. Recomienda expertos que estén disponibles y físicamente cerca del estudiante; o expertos que estén disponibles en línea. Sobre la base de este modelo se desarrolló también un sistema multiagente que implementa el método

e) *Método para la generación de caminos de aprendizaje en entornos ubicuos* (Fernández Reuter et. al., 2017); aquí se propone un método híbrido para la generación de caminos de aprendizaje ubicuos personalizados utilizando técnicas de planificación, ontologías y agentes inteligentes. Este método utiliza el modo de generación fuera de línea, lo que significa que no hay demora para determinar la siguiente mejor acción que se debe tomar en la ruta de aprendizaje.

f) *Método para generar un modelo de contexto ambiental* (Gonzalez et. al., 2018); este método permite generar en tiempo real, un modelo de contexto ambiental que incorpora información de eventos locales y de patrones de ocurrencia de eventos, que podrá ser usado en sistemas ubicuos (Fernandez Reuter et. al., 2018).

### 4- FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En las tablas 1 y 2 se sintetiza 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/o finalizados; y en la Tabla 2, lo becarios con sus correspondientes trabajos y tipos de becas.

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

Título del Trabajo	Alumno	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.	Gabriela Gonzalez	Tesis de Doctorado en Ciencias de la Computación, UNICEN	Tesis en ejecución
Ontología para búsquedas personalizadas de trabajo académicos y científicos en Informática en bibliotecas y repositorios digitales universitarios	Daniel Sanchez	Tesis de Maestría en Informática Educativa, Universidad Nacional de Santiago del Estero.	Tesis en ejecución
Objetos de Aprendizaje para Simulación basado en Pedagogías Emergentes	Nevelyn Salazar	Trabajo Final de la Especialización en Enseñanza de la Tecnología de la UNSE.	Trabajo en Evaluación
Estado del Arte del uso de Ontologías en Bibliotecas Digitales: Revisión sistemática de bibliografía	Daniel Sanchez	Trabajo Final de la Especialización en Informática Educativa, Universidad Nacional de Santiago del Estero.	Trabajo en ejecución
Desarrollo de una Aplicación Ubicua Personalizada de apoyo al curso de ingreso de la FCEyT - UNSE	Sebastián Montoto	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo Final Aprobado
Sistema de recomendación personalizado de documentos para repositorios digitales institucionales.	Fátima Diaz	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo en ejecución
Aplicación móvil para sugerir establecimientos de venta de alimentos para celiacos.	Paola Romero	Trabajo Final de Grado para optar por el título de Licenciado en Sistemas de Información, UNSE	Trabajo en ejecución

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

Tipo Beca	Organismo Otorgante	Título del Trabajo	Alumno	Período
Beca interna de Postgrado tipo I	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),	Representación del contexto en aplicaciones de aprendizaje ubicuo	Gabriela Gonzalez	2014-2019
Becas UNSE de investigación para estudiantes 2019.	Universidad Nacional de Santiago del Estero	Sistema de recomendación personalizado aplicando minería de texto	Fatima Diaz	2018-2019
Becas UNSE de investigación para estudiantes 2019	Universidad Nacional de Santiago del Estero	Sistema de recomendación de tutores personalizado para entornos de aprendizaje	Luciano Gastón Juárez	2019
Becas UNSE de investigación para estudiantes 2019	Universidad Nacional de Santiago del Estero	Integración de aplicaciones u-learning como servicios web	Nicolás Ezequiel Coali	2019
Becas de Estímulo a las Vocaciones Científicas (Beca CIN)	Universidad Nacional de Santiago del Estero	Prototipo para recomendar grupos de aprendizaje ubicuo y colaborativo	Fernando Quintana Cancino	Mayo 2018 a Abril 2019

## 5- BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Únzaga, S. y Durán, E. (2017). "Método para generar recomendaciones personalizadas para integrar grupos de aprendizaje ubicuo y colaborativo". XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2017. Junín.
- Chaparro-González, D. (2003) Computación ubicua. (Tesina de grado, Universidad Rey Juan

Carlos, Madrid, España). Disponible en <http://docplayer.es/6315315-Universidad-rey-juan-carlos>.

- Durán, E.; Álvarez, M. y Únzaga, S. (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.

- Durán, E.; Unzaga, S. y Alvarez, M. (2017a). "Personalización de servicios para aplicaciones de aprendizaje ubicuo". (Cava 2017)
- Durán, E.; Unzaga, S. y Alvarez, M. (2017b). "Personalización de servicios para aplicaciones de aprendizaje ubicuo". *Revista Virtu@lmente*, 5(2), 7-25.
- Durán, E. y Álvarez, M. (2017c). "Method for Generating Expert Recommendations to advise students on ubiquitous learning experiences". *Handbook of Research on Human Interaction and the Impact of Information Technologies/IGI Global*. En edición.
- Durán, Elena y Alvarez, Margarita (2018). Recommendations of experts to advise students on ubiquitous learning experience: method and validation. *IEEE Latin America Transaction*. ISSN: 1548-0992. Vol 16 No 9. pp: 2314-2320 (2018): Special Issue on New Trends in Electronics. Disponible en: <https://www.inaoep.mx/~IEEElat/index.php/transactions/article/view/5>
- Fernandez Reuter, B., Duran, E. y Amandi (2017)." Designing a Hybrid Method for Personalized Ubiquitous Learning Paths Generation". *Jornadas Chilenas de Computación 2017*, Arica. Chile.
- Fernandez Reuter, B.; Alvarez, M; Gonzalez, G y Durán, E. (2018). "Multi-agent system model for tutor recommendation in ubiquitous learning environments". *I Workshop on Advanced Virtual Environments and Education (WAVE2)*.
- Gonzalez, G., Durán, E. y Amandi, A., (2018), "Generación de modelo de contexto ambiental con técnicas de aprendizaje automático", *Simposio Argentino de Inteligencia Artificial (ASAI)*.
- Montoto, Sebastián; "Desarrollo de una Aplicación Ubicua Personalizada de Apoyo al Curso de Ingreso de la FCEyT-UNSE"; *47JAIIO - EST - ISSN: 2451-7615 - Página 374; EST, Concurso de Trabajos Estudiantiles, 2018*
- Quintana Cancino, F. y Alvarez, M. (2018). "Método para formación de grupos de estudiantes en un ambiente de aprendizaje ubicuo", *XIII Jornadas de Ciencia y Tecnologías de Facultades de Ingeniería del NOA*.
- Quintana Cancino, F. y Alvarez, M. (2019). "Método de formación de grupos colaborativos en ambientes de aprendizaje ubicuos", *III Congreso Internacional Virtual en Investigación e Innovación Educativa (CIVINEDU)*.
- Weiser, M. (1991). *The Computer for the 21st Century*. *Scientific American*, 265(3), 66–75. Retrieved from [http://www.syssoft.univ-trier.de/systemsoftware/Download/Fruhere\\_Veranstaltungen/Ubiquitous\\_Computing/2004/02/Paradigm Print.pdf](http://www.syssoft.univ-trier.de/systemsoftware/Download/Fruhere_Veranstaltungen/Ubiquitous_Computing/2004/02/Paradigm Print.pdf)
- Zachman, P y Duran E., (2017). "Repositorios Institucionales y Computación Ubicua - Estudio bibliométrico"; *XII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2017)*, Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja, ISBN 978-987-24611-1-9, pp. 298-305.