

## Métodos y Procesos para Sistemas Distribuidos. Experiencias

Patricia Pesado<sup>(1,2)</sup>, Pablo Thomas<sup>(1)</sup>, Rodolfo Bertone<sup>(1)</sup>, Hugo Ramón<sup>(1)</sup>, Ariel Pasini<sup>(1)</sup>,  
Eduardo Ibañez<sup>(1)</sup>, Cesar Estrebow<sup>(1)</sup>, Luciano Marrero<sup>(1)</sup>, Lisandro Delia<sup>(1)</sup>, Nicolás  
Galdamez<sup>(1)</sup>, Alejandra Ripodas<sup>(1)</sup>, Verónica Aguirre<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP  
50 y 120 La Plata Buenos Aires

<sup>(2)</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)  
526 e/ 10 y 11 La Plata Buenos Aires

{ppesado, pthomas, pbertone, hramon, apasini, eibanez, cesarest, lmarrero, ldelia, ngaldamez, aripodas, vaguirre, gcaseres}@lidi.info.unlp.edu.ar

### Resumen

Se presenta la continuidad de la línea de investigación y desarrollo, que tiene por objeto estudiar temas relacionados con aspectos de Ingeniería de Software orientados al desarrollo e implementación de proyectos concretos de Sistemas Distribuidos, en particular Sistemas Web, Sistemas Sensibles al Contexto y aplicaciones de E-Government, considerando las extensiones necesarias en las metodologías y herramientas clásicas.

**Palabras claves:** Sistemas Distribuidos – Ingeniería de Requerimientos – Metodologías de Desarrollo – Sistemas Web – Bases de Datos Distribuidas – E-Government

### Contexto

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Tecnología y aplicaciones en Sistemas de Software Distribuidos. Experiencias en E-learning, E-government y Sistemas productivos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI de la Facultad de Informática, acreditado por la UNLP, y de proyectos específicos apoyados por diversos organismos.

### Introducción

Un sistema distribuido consiste en un conjunto de computadoras autónomas conectadas por una red y con soporte de software distribuido. Permite que las computadoras coordinen sus actividades y compartan recursos de hardware, software y

datos, de manera tal que el usuario percibe una única facilidad de cómputo integrada, aunque ésta pueda estar implementada por varias máquinas en distintas ubicaciones [1].

Los entornos distribuidos persiguen los siguientes objetivos:

- 1) Portabilidad de aplicaciones y de servicios (ejecución en diferentes computadoras, con hardware y software de base diferentes)
- 2) Interoperabilidad, posibilidad de comunicar diferentes equipos y aplicaciones
- 3) Integración, intercambio de información sin necesidad de intervención de agentes externos.
- 4) Transparencia, la utilización de la información por parte de los usuarios no requiere conocer su ubicación dentro de la red.
- 5) Facilidad de crecimiento del sistema, agregando o cambiando el hardware de base
- 6) Seguridad de los datos.

Los sistemas abiertos son sistemas distribuidos donde además de las características de estos últimos se pretende generar interfaces entre sus componentes que respeten un conjunto de normas de programación, comunicación, e interfaces aceptadas por múltiples plataformas.

La Ingeniería de Software comprende la aplicación de principios científicos para generar una solución elaborada de software que resuelva un problema determinado, y el mantenimiento subsecuente de ese sistema de software hasta el final de su vida útil [2]. La utilización de estas prácticas para resolver Sistemas Distribuidos, de Tiempo Real, Sensibles al Contexto o Aplicaciones para Dispositivos Móviles, hace necesaria su adaptación en función de las características de dichos sistemas.

La adopción de un enfoque de ingeniería para el desarrollo de software, genera una serie de fases o estados conformando un ciclo de vida. Este ciclo de vida está guiado por una planificación que incluye el conjunto de acciones a realizar, y los productos generados por la aplicación del plan (inclusive el mismo plan) están administrados por diferentes Metodologías de Gestión y Desarrollo [3].

En el recorrido del ciclo de vida del desarrollo del software, la fase inicial comprende a la Ingeniería de Requerimientos que permite comprender, documentar y acordar sobre el alcance del problema, teniendo esto impacto directo sobre la Planificación y la Gestión del Proyecto de acuerdo a la Metodología de desarrollo seleccionada para el mismo [4]. Este no es el único impacto que justifica el énfasis en la Ingeniería de Requerimientos, ya que esta disciplina permite establecer claramente *que, porque, en que contexto*, a quien está dirigido y como va a ser utilizado, posponiendo el *cómo* a etapas posteriores en el ciclo de vida, constituyendo el fundamento de la construcción de un Sistema de Software [5].

El modelo de procesos elegido para el desarrollo de software define las actividades a realizar para la generación de productos de acuerdo a los objetivos planteados [6].

Otro modelo de desarrollo lo constituyen los denominados métodos ágiles. El desarrollo ágil de software es un marco de trabajo conceptual de la ingeniería de software que promueve iteraciones en el desarrollo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Existen diversos métodos de desarrollo ágil;

la mayoría minimiza riesgos desarrollando software en cortos lapsos de tiempo.

El software desarrollado en una unidad de tiempo es llamado una iteración, la cual debe durar un tiempo acotado. El propósito de cada iteración es generar una versión que responda al reducido conjunto de requerimientos definidos para ella. Al final de cada iteración el equipo vuelve a evaluar las prioridades del proyecto.

Los métodos ágiles enfatizan las comunicaciones cara a cara en vez de la documentación. También enfatizan que el software funcional es la primera medida del progreso.

Los principios esenciales del desarrollo ágil son: participación del cliente, entrega incremental, focalización en personas más que en procesos, aceptar el cambio y mantener la simplicidad como meta para cada iteración.

Asociado con la Ingeniería de Software de Sistemas Distribuidos, está el problema de utilizar un entorno WEB para los servicios que ofrece el Sistema. El desarrollo de arquitecturas centradas en un servidor (o un conjunto de servidores distribuidos) que ofrecen una interfaz WEB a los usuarios, ha generado un importante desarrollo en la Investigación de metodologías y herramientas orientadas a Sistemas WEB, así como ha generado la necesidad de establecer nuevas métricas y parámetros de aseguramiento de la Calidad para tales Sistemas [7] [8] [9].

Por otra parte, los Sistemas Sensibles al Contexto representan una rama emergente de los Sistemas de Software, que si bien es incipiente, tiene una amplia aceptación y varias áreas, tales como Inmótica, Domótica, E-commerce, entre otras.

La característica fundamental de los Sistemas Sensibles al Contexto es su adaptación constante a lo que sucede en el entorno de la aplicación; es decir, la respuesta del sistema se ajusta a los cambios que suceden en su contexto. La necesidad de aplicar un proceso de Ingeniería de Requerimientos es razón de análisis e investigación de la comunidad de

Ingeniería de Software para este tipo de sistemas.

Otro tema de estudio es la Estimación de esfuerzo en el desarrollo de sistemas de software a partir de Especificación de Requerimientos, particularmente modificando el método que utiliza Puntos de Casos de Uso [28] [29].

Finalmente, es de sumo interés el estudio de procesos de gobierno electrónico. El gobierno electrónico consiste en el uso de las tecnologías de la información y el conocimiento en los procesos internos de gobierno en la entrega de los productos y servicios del Estado tanto a los ciudadanos como a la industria.

Muchas de las tecnologías involucradas y sus implementaciones son las mismas o similares a aquellas correspondientes al sector privado del comercio electrónico (e-business), mientras que otras son específicas o únicas en relación a las necesidades del gobierno.

Se basa principalmente en la implantación de herramientas como portales, redes sociales o comunidades virtuales y otras, buscando una mejora en la eficiencia y eficacia de los procesos internos y de vinculación con la sociedad.

El gobierno electrónico describe el uso de tecnologías para facilitar la operación de gobierno y la distribución de la información y los servicios del mismo. Se debe proporcionar al exterior información acerca de sí mismo y los procesos que lleva a cabo. El nivel de transparencia mide el esfuerzo para hacer disponible la información a través de su sitio web. La transparencia no se refleja sólo en la cantidad de información; también en la calidad de la misma. Por otro lado, la interactividad mide el grado de facilidad con la que los usuarios pueden acceder a la información proporcionada por el gobierno y utilizarla. Esto no sólo implica el uso de la información digital, sino también la transacción de servicios en un sentido eminentemente práctico.

El gobierno electrónico debe centrarse en la inclusión de los ciudadanos de una manera participativa a través de las tecnologías de la información y la comunicación.

### **Líneas de Investigación y Desarrollo**

- Conceptos de procesamiento distribuido. Arquitectura, comunicaciones y software. Middleware.
- Metodologías ágiles de desarrollo utilizando frameworks propios y disponibles de uso libre con diferentes tecnologías.
- Ingeniería de Requerimientos para Sistemas Sensibles al Contexto.
- Estimación de esfuerzo en el desarrollo de software.
- Bases de Datos Distribuidas.
- Herramientas de modelización de Bases de Datos.
- Herramienta para Gestión de Riesgo en Proyectos de Software.
- Herramientas de integración y mantenimiento de proyectos distribuidos.
- Reingeniería de sistemas complejos que migran por downsizing a esquemas cliente-servidor distribuidos.
- E-Government

### **Resultados esperados/obtenidos**

Los resultados esperados/obtenidos se pueden resumir en:

- Avanzar en la capacitación continua de los miembros de la línea de investigación.
- Desarrollar soluciones a problemas concretos de software de sistemas distribuidos, poniendo énfasis en el desarrollo de metodologías y herramientas específicas para clases de aplicaciones.

Se mencionan algunas transferencias realizadas en el año:

#### **3.1. Gobierno electrónico**

Desde el año 2003 se trabaja en aplicaciones en esta área, entre los cuales se pueden mencionar:

- Desarrollo de terminales interactivas de consultas, utilizadas en las elecciones de la Facultad de Informática desde el año 2007, para los claustros de alumnos, graduados y profesores [21] [22].
- Utilización permanente de las terminales como medio de consultas de actividades de la Facultad de Informática, por parte de los alumnos.
- Desarrollo de soluciones informáticas con identificación biométrica de personas (huellas dactilares, iris).
- Desarrollo de urnas electrónicas utilizadas para las elecciones de alumnos, docentes y no docentes de la UNNOBA.
- Análisis de sistema de votación distribuida y transmisión vía internet, aplicado a las elecciones del CONICET.
- Desarrollo de un sistema de voto electrónico utilizado en la elección de Cadenas Productivas prioritarias, realizada en el marco del Plan Estratégico Productivo de la provincia de Buenos Aires.

### **3.2. Sistema para gestión académica de carreras de PostGrado. Facultad de Ciencias Económicas. UNLP**

Se ha desarrollado un Sistema que permite la gestión académica integral de carreras de postgrado.

El sistema permite administrar todas las carreras, los diferentes planes de estudio de cada una de ellas, los cursos, docentes, alumnos y todos los requerimientos para lograr un control automático absoluto del estado académico de cada alumno.

La aplicación fue desarrollada sobre una plataforma LAMP (Linux, Apache, MySQL y Php) utilizando el framework de desarrollo Symfony.

Además está integrado con un sistema de control de asistencia de alumnos a cursos, utilizando las huellas digitales de los alumnos.

### **3.3 Sistemas para relevamiento de ofertas tecnológicas**

Se han desarrollado sistemas de software relacionados con la gestión de información de centros, laboratorios e institutos de investigación. En ese sentido se puede mencionar:

- Sistema para administrar información de los Grupos de Investigación de la Universidad Nacional de La Plata.
- Sistema para la gestión de la red de vinculación tecnológica (Red ViTec) de las universidades nacionales argentinas.
- Sistema de gestión de grupos de investigación y/o transferencia tecnológica en la provincia de Buenos Aires.

### **3.4. Sistema para la gestión de Unidades de Información del Tribunal de Cuentas de la Pcia. de Buenos Aires.**

- Las teorías actuales marcan una evolución en la concepción de la Administración Pública, enfocándose en la necesidad de Estados inteligentes y eficientes.
- Por otra parte la Gestión del Conocimiento es el conjunto de actividades realizadas con el fin de utilizar, compartir y desarrollar los conocimientos de una organización y de los individuos que en ella trabajan, encaminándolos a la mejor consecución de sus objetivos.
- En este sentido, cobra valor la aplicación de las teorías de Gestión del Conocimiento que permitirán visualizar, compartir y utilizar los recursos intangibles existentes, por parte de los empleados y funcionarios públicos, ciudadanos, empresas y todos los actores sociales en la medida de sus necesidades de conocimiento y comprensión de la realidad, en pos del progreso y



modernización de las Organizaciones Públicas.

- En este contexto se dirigió una Tesina de Grado cuyo objetivo fue la construcción de una plataforma informática colaborativa que permite la gestión sistematizada de Unidades de Información (tales como, jurisprudencia, fallos, normativas, doctrinas) de uso en el Tribunal de Cuentas de la Pcia. de Bs. As.

### 3.5. Consultoría para la Secretaría de Comunicaciones de la Nación.

Se evalúan técnica y económicamente proyectos presentados al Plan Nacional de Servicio Universal, en conjunto con las Fac. de Ingeniería y Ciencias Económicas de la UNLP.

### Formación de Recursos Humanos

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen Tesinas de Grado y Tesis de Postgrado en la Facultad de Informática, y Becarios III-LIDI en temas relacionados con el proyecto. Además participan en el dictado de asignaturas/cursos de grado y postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP.

### Referencias

[1] G. Coulouris. Distributed Systems – Concepts and Design. Addison-Wesley. 1994.

[2] R. Pressman. Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill. 2002

[3] R. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, .Wiley .2003

[4] Loucopoulos, P; Karakosas, V.. Systems Requirements Engineering. .McGraw Hill. Book Company. 1995

[5] G. Kotonya and I. Sommerville, Requirements Engineering: Processes and Techniques, Wiley. 1998

[6] Pleegeer. Ingeniería de Software: Teoría y Práctica. Prentice-Hall. 2002

[7] Stephen Kan. Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition). Addison Wesley. 2003

[8] Offutt J., “Quality Attributes of Web Software Applications”. IEEE Software: Special, Issue on Software Engineering of Internet Software 19 (2):25-32, Marzo / Abril 2002.

[9] Wu, Y. y Offutt, J. “Modeling and testing web-based Applications”. <https://citeseer.ist.psu.edu/551504.html>: 1-12, Julio 2004

[10] Silberschatz A et al: “Fundamentos de Bases de Datos”, Tercera Edición Mc Graw Hill 1998

[11] Ozsu M. Valduriez, P.: “Principles of Distributed Database Systems”, Segunda Edición. Prentice Hall 1999

[12] Piattini, M; Oktaba, H; Pino, F; Orozco, M; Alquicira, C. COMPETISOFT. Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos. Editorial RaMa. ISBN; 978-84-7897-901-1. 2008

[13] Elmasri, Navathe, “Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos”, Tercera Edición, Pearson, 2006

[15] Everdingen, Y., Hillegersberg, J., Waarts, E. “ERP Adoption by European Midsize Companies”. Communications of the ACM, vol. 43, n°. 4, pp. 27-31. 2000.

[16] Sprott D. “Enterprise Resource Planning: Componentizing the Enterprise Application Packages”. Communications of the ACM, vol. 43, n°. 4, pp. 63-69. 2000.

[18] Estrebou C., Romero A., Galdamez N., Moralejo L. “Sistema Web para Planeamiento de la Producción de una empresa con Plantas distribuidas”. Jornadas AUGM. Campinas (Brasil). 2006.

[19] Feierherd G., De Giusti A., Pesado P., Depetris B. “Una aproximación a los requerimientos del software de voto electrónico de Argentina”. CACIC 2004.

[20] Pesado P., Feierherd G., Pasini A. “Especificación de Requerimientos para Sistemas de Voto Electrónico”. CACIC 2005.

[21] Feierherd G. “Voto por Internet”. Reporte Técnico UNPSJB.

[22] Pesado P., Pasini A., Ibáñez E., Galdamez N., Chichizola F., Rodríguez I., Estrebou C., De Giusti A. “E-Government- El voto electrónico sobre Internet”. CACIC 2008.

[23] Carri J., Pasini A., Pesado P., De Giusti A. “Reconocimiento biométrico en aplicaciones de E-Government. Análisis de confiabilidad / tiempo de respuesta.” CACIC 2007.

[24] Pasini A., Ibáñez E., Galdamez N., Estrebou C., Rodríguez I., Pousa A., De Giusti A. “Análisis Urna Electrónica ALTEC S.E.”. Informe Técnico III-LIDI. 2007.

[25] Estrebou C., Galdamez N., Pasini A., Pousa A., De Giusti A. “Análisis Urna Electrónica ALTEC S.E. Actualización 2008”. Informe Técnico. III-LIDI. 2008.

[26] “Acuerdo de creación de un ESICENTER en Argentina, entre European Software Institute, Grupo Tekne, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional de San Martín”. 2007.

[27] Castelli V., Thomas P., Bertone R., Oliveros A., “A Requirements Engineering Process extended to Context Information Management”, RCIS 2011 (Fifth IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science). Mayo 2011. IEEE (Print Version ISBN #978-1-4244-8671-7).

[28] Anda B., Benestad HC, "A Multiple-Case Study of Effort Estimation based on Use Case Points", Empirical Software Engineering 2005, International Symposium.

[29] Kusumoto, S., Matsukawa, F., Inoue, K., Hanabusa, S., Maegawa, Y.: "Estimating Effort by Use Case Points: Method, Tool and Case Study". In: Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Symposium on Software Metrics, pp. 292--299 (2004).