

# Calidad de software: Actividades en curso para contribuir al desarrollo de la industria del software en la región NEA

Estayno, M.<sup>(1)</sup>; Dapozo, G.<sup>(2)</sup>; Cuenca Pletch L.<sup>(3)</sup>; Greiner, C.<sup>(2)</sup>; Medina, Y.<sup>(2)</sup>; Tomaselli, G.<sup>(3)</sup>; Chica, N.<sup>(3)</sup>; Bernal, N.<sup>(3)</sup>; Méndez G.<sup>(3)</sup>

(1) Departamento de Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Lomas de Zamora  
mestayno@fibertel.com.ar

(2) Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura  
Universidad Nacional del Nordeste  
{gndapozo, cgreiner, yanina}@exa.unne.edu.ar

(3) Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información. Facultad Regional Resistencia  
Universidad Tecnológica Nacional  
{cplr, gabriela.tomaselli, nchica, rbernal, glmendez}@fre.utn.edu.ar

## CONTEXTO

Las líneas de I/D presentadas en este trabajo forman parte de las actividades definidas en el marco del proyecto F007-2009: “Modelos y métricas para la evaluación de la calidad de software”, acreditado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). En este proyecto participan tres unidades académicas del país. Los integrantes pertenecen a la Universidad Tecnológica Nacional Regional Resistencia (UTN-FRRe) y a la Facultad de Ciencias Exactas de la UNNE, bajo la dirección de un docente investigador de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ).

El objetivo fundamental del proyecto es contribuir a la mejora en la calidad de los productos de software mediante modelos y métricas aplicados al producto y al proceso de creación, diseño, desarrollo y mantenimiento de software, como medio para aumentar la competitividad de las pymes de la región NEA en el contexto de la industria del software.

## RESUMEN

Este trabajo describe los resultados preliminares y las actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en el marco del proyecto mencionado. Se realizó un estudio de las características de las pymes de software de la región que se utilizará como marco de referencia de las actividades del proyecto, se definieron propuestas metodológicas orientadas a la vinculación entre las universidades participantes y las empresas de software nucleadas en polos tecnológicos que dieron lugar a un proyecto de extensión orientado a la capacitación de recursos humanos especializados para la industria del software y a la participación en actividades gubernamentales destinadas al fortalecimiento del sector Software y Servicios Informáticos (SSI) en la región. Entre las líneas de investigación en curso se destaca el estudio de la calidad de productos software, la calidad en la ingeniería de requerimientos, los métodos y técnicas de verificación y validación, el estudio y aplicación de métricas orientadas a objetos, los

procesos de certificación de calidad y las normas orientadas a la calidad de proceso de software de las pymes. Los resultados del proyecto contribuirán al fortalecimiento de la industria del software en la región NEA.

**Palabras clave:** Calidad del software, modelos y normas de calidad, métricas orientadas a objetos.

## 1. INTRODUCCION

El sector SSI se caracteriza por la prestación de servicios intangibles, haciendo uso intensivo del conocimiento y la innovación, principales fuentes de generación de ventajas competitivas. Tiene un alto potencial para generar valor agregado y crear nuevos puestos de trabajo, los cuales se caracterizan por requerir de una formación muy superior al promedio de la economía. Además, evidencia una creciente penetración en diversas actividades económicas y se observa un claro predominio de empresas micros, pequeñas y medianas [1].

Por otra parte, como estrategia de incremento de la competitividad de las empresas de SSI, en los últimos años en el país se iniciaron interesantes experiencias de vinculación entre empresas TIC, centros de investigación y organismos públicos. Actualmente, existen alrededor de 20 experiencias de asociación en polos, cluster y parques tecnológicos, cuyo denominador común es la cooperación de recursos e infraestructuras con el fin de lograr sociedades tecnológicas que beneficien a los actores involucrados [2] [3].

El gobierno toma medidas para fortalecer este sector de la economía por considerarlo clave para el desarrollo tecnológico del sistema productivo en su conjunto, pues aporta conocimientos y herramientas necesarios para la incorporación de valor agregado a la producción primaria y demás sectores de la economía.

Actualmente, la ley que promueve los servicios informáticos en nuestro país exige la obtención de una certificación de calidad para el acceso a los beneficios impositivos [4]. Esta certificación, además, constituye una necesidad como carta de presentación para ganar mercados internos y externos.

La aplicación de modelos de calidad favorece a la mejora continua, establece procesos estándares con insumos y resultados medibles, reduce costos y promueve la eficiencia. Las empresas se ven beneficiadas al poder ofrecer a sus clientes productos de mayor calidad y seguridad en el cumplimiento de los tiempos previstos [5].

### **Modelos de calidad para pymes**

La industria del software reconoce la contribución de las pequeñas y medianas empresas en la provisión de valiosos productos y servicios a la economía [6]. Para fortalecer este tipo de organizaciones se necesitan prácticas eficientes de Ingeniería del Software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio. Sin embargo, hay una tendencia generalizada a resaltar que el éxito de los programas de mejora de procesos software sólo es posible para empresas grandes [7].

A pesar de ello, las pymes de desarrollo de software necesitan certificar calidad para posicionarse competitivamente en el mercado nacional e internacional. La madurez del proceso en estas organizaciones todavía se encuentra en un estado crítico por lo cual se hace necesario promover modelos adecuados a sus características e infraestructura [8].

Atendiendo esta situación, un proyecto de investigación enfocado en las pymes, el CompetiSoft, tiene como propósito incrementar el nivel de competitividad de las pymes iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, llegue a ser la base sobre la que se pueda establecer un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Iberoamérica [9]. Es una iniciativa integradora de diferentes propuestas relacionadas con la mejora de procesos software para VSEs (Very Small Entities), entre los que destacan los modelos de procesos MoProSoft y de evaluación EvalProSoft, de México; el modelo Agile SPI, de la Universidad del Cauca, Colombia y la metodología española Métrica V3 [10].

La ISO destaca también la necesidad de proporcionar a las VSEs normas adaptadas a su tamaño y contexto particular, que incluyan perfiles y guías, estableciendo como objetivo hacer las normas existentes más accesibles para las pymes [11]. La norma ISO/IEC 29110 orientada a este objetivo, actualmente se encuentra en estado de votación, y se espera que sea publicada en el año 2010 [12].

### **Modelos de calidad de producto software**

Existen diversos modelos de calidad de software referidos al producto. En relación a este tema, ISO desarrolló una serie de estándares. Entre ellos, el de mayor repercusión es ISO 9126 [13]. Luego, con la

evolución de la industria este estándar se dividió en dos: El ISO/IEC 9126, relacionado con la calidad del producto software y el ISO/IEC 14598, relacionado con la evaluación del producto.

A pesar de que esta división se haya generado para mejorar las prestaciones del software, existen algunas inconsistencias entre ambos estándares, debido a que utilizan ciclos de vida separados, tanto para la especificación de requisitos, como para la evaluación del producto.

A raíz de estos problemas, surge la necesidad de hacer un estándar más amplio, que abarque y unifique a los anteriores estándares. En este marco se publica SQuaRE (System Quality Requirements and Evaluation), o bien ISO 25000, que ofrece una serie de ventajas respecto a sus predecesores.

SQuaRE introdujo nuevas formas para analizar los conceptos referidos a la calidad. Considera que los objetivos deben estar alineados, en relación a la especificación de todos los requisitos que demanda un producto software en relación a calidad y evaluación [7].

### **Ingeniería de Requerimientos**

La Ingeniería de Requerimientos cumple un papel primordial en el proceso de desarrollo de software, ya que se especializa en la definición del comportamiento del sistema, es decir, de lo que se desea desarrollar o producir. Su objetivo principal es la definición clara, consistente y compacta de las especificaciones correctas que definen el comportamiento del sistema con el fin de minimizar al máximo los problemas que se presentan en el desarrollo de software y que tanto afectan a la calidad del producto final.

Determinar la calidad de los requerimientos podría resultar una tarea engorrosa y propensa a errores si no se tiene establecido un esquema sistemático para su determinación. La captura correcta de los requerimientos contribuye a la mejora de la calidad de software dado que permite definir con precisión las condiciones que éste debe cumplir.

### **Verificación y Validación**

La verificación y validación (V&V) contribuyen directamente a la calidad del producto de software, dado que determinan si los productos de una actividad de desarrollo o mantenimiento cumplen los requerimientos de esa actividad, y si el producto final de software satisface su propósito y los requerimientos del usuario. La verificación intenta asegurar que el producto es construido correctamente, en el sentido de que los productos de una actividad cumplen las especificaciones impuestas a los mismos por actividades previas. La validación intenta asegurar que se construye el producto correcto, es decir, que el producto cumple su propósito. Ambos procesos comienzan tempranamente en la fase de desarrollo o mantenimiento. Proveen un examen de

características clave del producto en relación a su predecesor inmediato y las especificaciones que debe cumplir [14].

### **Métricas de software orientado a objetos**

En general, las técnicas que más frecuentemente se utilizan en el aseguramiento de calidad de software, con buenos resultados, se corresponden con la medición de software, los procesos de revisión y auditoría y las pruebas de software [15]. Para garantizar la calidad del software, se necesita medir los atributos que la definen. Por lo tanto, se requiere analizar las mediciones con que se evalúa la calidad del producto mientras se diseña o construye. Estas medidas de atributos internos del producto proporcionan al ingeniero de software una indicación en tiempo real de la eficacia de los modelos de análisis, diseño y código, y también aportan indicadores de la efectividad de los casos de prueba y la calidad general del software [16].

Las métricas para aplicaciones Orientadas a Objetos (OO) deben ajustarse a las características que distinguen el software de este paradigma del software convencional. Estas métricas hacen hincapié en los conceptos básicos de la programación OO, tales como encapsulamiento, herencia y polimorfismo. Como en todas las métricas, los objetivos principales de las métricas OO se derivan del software convencional: comprender mejor la calidad del producto, estimar la efectividad del proceso y mejorar la calidad del trabajo realizado a nivel del proyecto [17].

## **2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO**

Las principales líneas del proyecto están orientadas hacia el análisis, estudio y discusión de modelos de evaluación de calidad, estándares y metodologías, especialmente enfocadas a la aplicabilidad en las pymes de software; al estudio y aplicación de métricas orientadas a objetos y a la descripción, formalización, aplicación y evaluación de técnicas metaheurísticas para resolver problemas de optimización de la Ingeniería del Software.

Por otra parte, dentro de los objetivos del proyecto, se destaca como relevante que los resultados sean transferidos al medio como forma de contribuir al desarrollo de la industria del software en la región.

## **3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS**

En esta primera etapa del desarrollo del proyecto las actividades realizadas fueron:

- Caracterización de las pymes de software de la región NEA: Se realizó un estudio descriptivo sobre las empresas de software nucleadas en los polos de Chaco y Corrientes, a fin de

determinar un marco de referencia para las actividades del proyecto [18].

- Implementación de acciones conjuntas entre las universidades y empresas del sector SSI: Dado que la vinculación Universidad-Empresa es uno de los objetivos del proyecto, se elaboró una propuesta de transferencia de investigación aplicada mediante el trabajo conjunto entre el sector académico y empresas de software asociadas en polos tecnológicos. Para ello se realizó un relevamiento detallado de los planes y acciones promovidos desde el estado, las empresas y las universidades, a los efectos de determinar la situación actual del avance de la industria del software en la región NEA, y se propusieron acciones que incluyen capacitación de los recursos humanos de las empresas, evaluación de productos software según estándares de calidad y definición de nuevos modelos de vinculación con las empresas [19].

En esta línea se aprobó un proyecto de extensión en el marco del Programa La Universidad en el Medio propiciado por la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional del Nordeste, cuyo objetivo es la capacitación de recursos humanos de las empresas de software nucleadas en los polos IT Chaco y Corrientes, en temáticas demandadas por las mismas [20].

Por otra parte, integrantes del proyecto participaron en la coordinación de la Primera Reunión Abierta del Foro de Competitividad de la Industria del Software en el Chaco afín de colaborar en el fortalecimiento de la industria del software, promovido por el gobierno provincial [21].

- Análisis de propuestas formativas de los profesionales del sector SSI: La formación de los profesionales de la Informática constituye una preocupación que afecta a la sociedad, al Estado y a las Universidades, por lo que, en el marco de este proyecto se propone una línea relacionada con el estudio del Currículo orientado a la formación de los informáticos. En este sentido se ha elaborado una propuesta formativa para la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la UNNE, resultante de la aplicación de una metodología participativa mediante la cual se realizó un diagnóstico de la situación de la carrera, detectando debilidades y fortalezas. Este sirvió de base para la definición de los principales criterios considerados para la reformulación del plan de estudio vigente, en el marco de las actuales exigencias de calidad y pertinencia de las ofertas académicas [22].

- Evaluación de calidad de aplicaciones orientada a objetos (OO): Se definió una metodología que permite analizar la calidad del diseño de una aplicación orientada a objetos (OO), aplicando un conjunto de métricas específicas de este paradigma, mediante herramientas de software libre [23].

Dentro de la línea centrada en el estudio de modelos y normas de calidad de software se profundizarán algunos aspectos particulares, que se mencionan a continuación:

- Proceso de Ingeniería de Requerimientos: Se realizará un análisis de las pautas o enfoques que establecen los distintos modelos y normas de calidad respecto de las actividades que conforman el proceso de Ingeniería de Requerimientos. Este análisis comparativo se utilizará como base para sintetizar una propuesta de proceso mejorado de Ingeniería de Requerimientos que resuma las buenas prácticas detectadas en los modelos estudiados y que sean aplicables a pymes.
- Verificación y Validación: Se prevé estudiar las técnicas de verificación y validación de software existentes en la actualidad, y las que están previstas en el modelo Competisoft en particular. Posteriormente, se implementarán las mismas en aplicaciones reales provistas por las empresas de software de la zona, de manera de contribuir a la mejora de la calidad de los productos realizados por las empresas locales.
- Evaluación de aplicaciones web bajo el estándar ISO 25000: Elaboración de una propuesta metodológica basada en este estándar, para ser transferida a las pymes para que evalúen la calidad de sus productos.
- Normas orientadas a la calidad del proceso del software de las pymes: Se propone analizar la norma ISO/IEC 29110 for VSE (Very Small Enterprise) y la norma ISO 9001:2008, orientada a la certificación de Sistemas de Gestión de Calidad. Esta última no es específica para el desarrollo de software pero es utilizada en el sector público y privado para aumentar la confianza en productos y servicios provistos por las organizaciones, en las relaciones entre empresas, en la selección de proveedores en la cadena de suministros y en la obtención de contratos. Elaboración de una propuesta metodológica orientada a facilitar una transición de las empresas de software de la región que han certificado ISO 9001 hacia los criterios de calidad definidos en la norma ISO/IEC 29110.

Los resultados de este proyecto contribuirán al desarrollo de la industria del software en la región NEA mediante el aporte a la formación de los profesionales de la Informática y a la transferencia de conocimientos y tecnologías, posibilitando la mejora en la competitividad de las empresas pymes,

y de esta forma generar valor para la zona mediante la creación de puestos de trabajo y la inserción de los profesionales formados en las universidades de la región.

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En el marco del proyecto se encuentran en este momento en desarrollo tres planes de becas de investigación de pregrado de la SECYT-UNNE y dos trabajos de Especialización en Ingeniería de Software.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Cámara de Software y Servicios Informáticos - CESSI. Anuario de la Industria Argentina de TI [http://www.cessi.org.ar/argentina/anuario\\_2007-2008.php](http://www.cessi.org.ar/argentina/anuario_2007-2008.php)
- [2] Asociación de incubadoras de empresas, parques y polos tecnológicos de la Republica Argentina, <http://www.aipypt.org.ar/pdf/Relevamiento%20IPyPT.pdf>
- [3] Cámara de Software y Servicios Informáticos - CESSI. "Propuestas para el Plan de acción 2008-2011", [http://www.cessi.org.ar/documentacion/PLAN-2008-2011\\_Documento\\_Principal\\_11.pdf](http://www.cessi.org.ar/documentacion/PLAN-2008-2011_Documento_Principal_11.pdf)
- [4] Ley 25.856/2003. Boletín Oficial de la República Argentina, primera sección, p. 3. Buenos Aires, 08/01/2004.
- [5] Instituto de Fomento Empresarial – IFE. "Polo IT - Hacia la Certificación de un Sistema de Gestión de Calidad", <http://www.ife.gov.ar/articulo/articuloDetalle.aspx?articuloId=622>
- [6] Laporte C., Alexandre S., Renault A. "Developing International Standards for Very Small Enterprises", IEEE Computer, March 2008, Volume 41, Number 3, pp 82-85
- [7] Pino F., Garcia F., Piattini M. "Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas". Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS), 2006. Vol.2(1) Abril pp. 6-23, <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92220103&iCveNum=9299>
- [8] Mon A., Estayno M, Arancio M., Velásquez N., "Modelos de Madurez en la Industria del Software: Evaluación de un Modelo para Pequeñas y Medianas Empresas". Anales del 8th Argentinean Symposium on Software Engineering (ASSE 2007).
- [9] García F., Piattini M., Pino F.. "Priorización de procesos como apoyo a la mejora de procesos en pequeñas organizaciones software", <http://www.versabusiness.com.br/MBI/biblioteca/papers/2007pino2/2007pino2.pdf>
- [10] Proyecto COMPETISOFT. "COMPETISOFT - Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. Versión 0.2".

- Diciembre 2006,  
[http://afrodita.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/spi/COMPETISOFT\\_v02\\_27-11\\_2315.pdf](http://afrodita.unicauca.edu.co/~ecaldon/docs/spi/COMPETISOFT_v02_27-11_2315.pdf)
- [11] José A. Calvo-Manzano, Javier Garzás, Mario Piattini, Francisco J. Pino, Jesús Salillas, José Luis Sánchez Perfiles del ciclo de vida del software para pequeñas empresas: los informes técnicos ISO/IEC 29110 – Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, Vol.4, No. 2, 2008, pp 96 - ISSN: 1885-4486 © ATI, 2008
- [12] Jorge Triñanes - Mejora del Proceso de Software en Pequeñas Entidades ISO/IEC 29110. Facultad de Ingeniería – UdelaR. [http://www.unit.org.uy/proyecto\\_fomin-bid/html/archivos/iso29110\\_2009.pdf](http://www.unit.org.uy/proyecto_fomin-bid/html/archivos/iso29110_2009.pdf)
- [13] Scalone, F. “Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software”. Tesis de Maestría en Ingeniería en Calidad. Universidad de Buenos Aires. 2006, <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lsi/scalone-tesis-maestria-ingenieria-en-calidad.pdf>
- [14] Piattini M., “COMPETISOFT: Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos”. Editorial: Ra-Ma. ISBN: 978-84-7897-901-1. Noviembre 2008.
- [15] Mejora de la calidad en desarrollos orientados a objetos utilizando especificaciones UML para la obtención y precedencia de casos de prueba. Revista de Procesos y Métricas de las Tecnologías de la Información (RPM) ISSN: VOL. 1, N° 3, Diciembre 2004, 11-20.
- [16] Pressman, R. “Ingeniería de Software. Un enfoque práctico”. MCGRAW-HILL – 2005
- [17] González D., “Las Métricas de Software y su uso en la Región”. Tesis Licenciatura. Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad de las Américas Puebla. 2001.
- [18] Estayno, M.; Dapozo G., Cuenca Plestch, L.; Greiner C., “Modelos y métricas para evaluar calidad de software”. XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC2009). San Juan. 7 y 8 de Mayo 2009. ISBN: 978-950-605-570-7. pp 382-387.
- [19] Estayno, M.; Dapozo G., Cuenca Plestch, L.; Greiner C., “Una propuesta de transferencia hacia las Pymes de la Región NEA enfocada en la calidad del software”. Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (38 JAIIO) Jornadas de Vinculación Universidad-Industria (JUI 2009). ISSN 1850-2865. Mar del Plata. Agosto 2009.
- [20] Proyecto “Formación de RRHH orientados al desarrollo de la Industria del Software de la región del NEA”. Acreditado por la Secretaría General de Extensión de la UNNE en el marco del programa Universidad en el Medio. Res. 1109/09 CS. Noviembre 2009.
- [21] Foro de Competitividad de la Industria del Software. <http://ssich.blogspot.com/2010/03/foro-virtual-de-la-industria-del-ssi.html>.
- [22] Dapozo, Gladys, Maria V. Godoy, Socorro Foio. “Curriculum Universitario: Propuesta de Formación de Profesionales de Informática en una universidad del Nordeste Argentino”. 7mo. Congreso Internacional de Educación Superior “Universidad 2010”. Organizado por el Ministerio de Educación Superior y las Universidades de la República de Cuba. Realizado en la Habana Cuba del 8 al 12 de febrero de 2010. Publicado en las Memorias ISBN 978-959-16-1164-2.
- [23] Demchum, Daniela; Dapozo, Gladys, Greiner Cristina. “Métricas orientadas a la mejora de la calidad en desarrollos Orientados a Objetos utilizando herramientas de software libre”. Presentado en las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste a realizarse del 9 al 11 de junio de 2010. Corrientes.