

# Evaluación de calidad de software, formación de recursos humanos y políticas públicas para la promoción 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>

(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@frre.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

En este trabajo se describen las actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo en el marco del proyecto mencionado y una síntesis de los principales resultados obtenidos. Entre estos se destacan la aplicación de metodologías y herramientas en la evaluación de calidad de productos software, la vinculación con las empresas de software nucleadas en los polos tecnológicos de la región y con los gobiernos provinciales, que dieron como resultado el desarrollo de actividades centradas en la formación de recursos humanos especializados como así también la participación en la definición de políticas públicas orientadas a la promoción de la industria del software en la región NEA.

**Palabras clave:** Calidad de software, modelos y normas de calidad, Calidad del producto software. Medición y métricas del software. Vinculación con empresas y gobiernos.

## 1. INTRODUCCION

El sector SSI se caracteriza por la prestación de servicios intangibles, con un alto potencial para generar valor agregado y crear nuevos puestos de trabajo. Además, evidencia una creciente penetración en diversas actividades económicas y se observa un claro predominio de empresas micros, pequeñas y medianas [1]. 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.

Sin embargo, 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 [2].

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 [3].

### 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 [4]. 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 [5].

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 [6].

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 [7].

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

Existen diversos modelos de calidad de software referidos al producto. Entre ellos, el de mayor repercusión es la norma ISO 9126 [8]. 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 raíz de algunas inconsistencias entre ambos estándares, surge SQuaRE (*System Quality Requirements and Evaluation*), o bien ISO 25000, que ofrece una serie de ventajas respecto a sus predecesores, entre ellas, 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 [5].

### **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.

### **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 [9]. 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 [10].

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 [11].

### **Modelos de Calidad y Gestión del Conocimiento**

Las organizaciones son conscientes de que sus activos físicos y financieros no tienen la capacidad de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo, y descubren que los **activos intangibles** son los que aportan verdadero valor a las organizaciones. En este sentido, la gestión del conocimiento es un campo que suministra conceptos y herramientas para manejar el conocimiento organizacional. El conocimiento puede comprender políticas de la organización, conocimiento particular de un cliente sobre una tarea, el “*know-how*” sobre la aplicación de métodos de ingeniería, etc. Todos estos aspectos del conocimiento comparten una intención común: deben dar soporte a los procesos organizacionales. El aprendizaje organizacional esta orientado a capturar, almacenar y reutilizar experiencias o conocimiento en una organización. Enmarcado en la Ingeniería de Software, es un campo de estudio activo que busca organizar y representar las experiencias, obtenidas en los proyectos de desarrollo, en forma de repositorios de experiencia de manera que el aprendizaje pueda ser recuperado y reutilizado en la resolución de nuevos problemas. Los modelos de calidad incorporan una base de conocimiento para sustentar la gestión de los proyectos software, tal como propone el Competisoft [12].

### **Verificación y Validación. Técnicas de evaluación dinámica**

La verificación y validación 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 [13].

Estos procesos implican la elaboración de casos de prueba. Estos representan los datos que se utilizarán como entrada para ejecutar el software a probar. Más concretamente los casos de prueba determinan un conjunto de entradas, condiciones de ejecución y resultados esperados para un objetivo particular. Cada técnica de pruebas proporciona criterios distintos para generar estos casos. La generación de cada caso de prueba debe ir acompañada del resultado que ha de producir el software al ejecutar dicho caso, para detectar un posible fallo en el programa [14].

### **Reutilización de software. Sistemas ERP**

En el marco de la gestión de proyectos de software la reutilización de software se presenta como una ventaja dado que puede abaratar costos, reducir plazos y disminuir los riesgos. La reutilización puede darse desde dos aspectos: a) La creación de un nuevo sistemas a partir de la integración de aplicaciones existentes (componentes COTS) y b) Mediante la creación de líneas de productos software o familias de aplicaciones.

Las líneas de productos software se diseñan para ser reconfiguradas integración. Esta reconfiguración puede implicar añadir o eliminar componentes del sistema, definir parámetros e incluir conocimiento de los procesos de negocio. Esta configuración puede darse en dos puntos del proceso: Durante el despliegue o durante el diseño. La configuración durante el despliegue es la que se utiliza en paquetes de software verticales que son diseñados para una aplicación específica. También se utiliza en sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP). Según Sommerville, este tipo de sistema constituye el ejemplo más extendido de reutilización de software [15].

Los sistemas para la planificación de los recursos empresariales (ERP) se han convertido en un elemento indispensable para las empresas. Estos sistemas comprenden una serie de herramientas gerenciales que facilitan una completa integración de las diferentes áreas de negocio de la compañía, contribuyen a generar alta productividad en las cadenas de suministro y reducción de costos e inventarios, y, fundamentalmente, integran la información, lo cual da soporte al proceso de toma de decisiones, tarea intrínseca de la alta dirección, que necesita contar con información confiable, precisa e integrada a lo largo de las áreas. Sin embargo, la selección del ERP más adecuado a las características y necesidades de una empresa no es tarea trivial.

Por lo tanto, la elección de un sistema ERP implica un análisis exhaustivo y detallado de la situación actual de la empresa, la cual deberá estar alineada a la estrategia de la organización, revisando la disponibilidad de recursos con experiencia, así como aspectos vinculados con liderazgo y conocimiento de la organización, madurez y credibilidad en los procesos existentes y el grado de confiabilidad de los datos [16].

Para apoyar este mecanismo de selección existen modelos que permiten mejorar la eficiencia y efectividad de este proceso, y permiten encontrar la alternativa más adecuada para cada organización. Un caso particular, [17], toma en cuenta la experiencia de algunas empresas que han implantado este tipo de software y permite que cada organización incorpore sus necesidades específicas y criterios particulares, como variables de entrada.

Las dificultades usuales al utilizar estas soluciones son el grado de dependencia del proveedor, debido en algunos casos a la escasa transferencia de conocimiento a la organización, y al surgimiento de nuevos requerimientos, que no son satisfechos en tiempo y forma, y que terminan siendo resueltos en forma aislada por los desarrolladores de la organización, lo cual genera información separada del sistema integral.

Esto constituye un problema para la gestión de proyectos de software. Definir un mecanismo adecuado para reutilizar software contribuye a minimizar el retrabajo y lograr un óptimo aprovechamiento de los recursos.

## **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, metodologías y herramientas, especialmente enfocadas a la aplicabilidad en las pymes de software.

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

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

En esta etapa del desarrollo del proyecto algunos resultados obtenidos fueron:

- Implementación de acciones conjuntas entre las universidades, gobiernos provinciales y empresas del sector SSI. El gobierno del Chaco impulsó un plan de desarrollo para el fortalecimiento de la industria del software, para lo que convocó a los representantes de las empresas de software y representantes de las universidades de la región. Como resultado de esta convocatoria y el aporte específico de integrantes de este proyecto que representaron

a las carreras de Informática de nivel universitario se diseñó el Plan Estratégico de Desarrollo de la Industria del Software, el cual será publicado en junio de 2011. Entre los 6 ejes temáticos definidos, la UTN fue designada corresponsable de los ejes 1, 2 y 6.

- Eje 1 – Recursos Humanos: establece acciones tendientes a la capacitación de RRHH en tecnologías informáticas específicas requeridas por el mercado laboral, el desarrollo de un sistema de intermediación laboral relacionado con la industria SSI al cual aporten todos los actores vinculados a la misma; la adecuación de ofertas de postgrado y pregrado y el desarrollo de políticas tendientes a fomentar las vocaciones y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes como estrategias para incrementar la cantidad de profesionales del sector.
- Eje 2– Acceso a Mercados y Especialización: en este ítem la UTN participa a través de la incubadora de empresas y de profesionales de sistemas para diseñar un proyecto a ser presentado ante organismos de financiamiento.
- Eje 6 – Financiamiento: en este ítem la UTN participa a través de la Unidad de Vinculación Tecnológica para la difusión de las líneas de financiamiento disponibles y la propuesta de una nueva línea de financiamiento provincial para el sector SSI.
- Elaboración de una herramienta que permite automatizar la medición de aplicaciones orientadas a objeto [18].
- Capacitación de recursos humanos de las empresas de software nucleadas en los polos IT Chaco y Corrientes: En el marco del proyecto de extensión Formación de RRHH Orientados al Desarrollo de la Industria Software en la Región del NEA, aprobado en el Programa La Universidad en el Medio propiciado por la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional del Nordeste, se realizó la capacitación de recursos humanos de las empresas de software nucleadas en los polos IT Chaco y Corrientes, en las siguientes temáticas [19]:
  - SCRUM: Metodología de administración/gestión de proyectos de software.
  - Genexus: Software para el desarrollo ágil de proyectos.
  - UML para la especificación de requerimientos.
  - STRUTS: herramienta de soporte para el desarrollo de aplicaciones Web bajo el patrón Modelo Vista Controlador (MVC)

Así también, se realizaron charlas sobre distintos tópicos relacionados con el software, destinadas a profesionales y alumnos de carreras de Informática:

- Calidad de Software. Modelos y Certificaciones.
  - OLAP: Herramientas para Inteligencia de Negocios
  - Normas de Calidad de Productos Software
  - Reutilización de Diseño: Patrones
  - Se formalizó la vinculación con una empresa de software de la ciudad de Corrientes mediante la cual se realizaron tareas de evaluación de productos software. En una aplicación web suministrada por la empresa, se aplicaron diferentes técnicas de validación y verificación para comprobar el cumplimiento de las funcionalidades previstas [20].
  - Se realizó un estudio en profundidad de los estándares de evaluación de productos software y se realizó la evaluación de una aplicación [20].
  - Se desarrolló una herramienta web para medir el nivel de madurez del proceso de desarrollo de proyectos específicos que propone el modelo Competisoft.
  - Se realizó un análisis comparativo de la utilización de diferentes técnicas de elicitación de requerimientos, aplicadas a un caso de estudio particular, consistente en una aplicación web dentro del ámbito académico, orientada a la gestión de aulas. Se utilizaron algunas de las técnicas de elicitación de requerimientos según la clasificación de Loucopoulos [21]; Nuseibeh y Easterbrook [22] y las propias para el tratamiento de requerimientos en aplicaciones web [23] [24]. De la aplicación de las distintas técnicas se comprobó que no todas resultan apropiadas para el caso de estudio debido a la naturaleza de los requerimientos como así también la gran diferencia de roles entre los *stakeholders* involucrados. Así también, se observó que las técnicas convencionales de elicitación de requerimientos no contemplan la existencia de una gran estructura de navegación como así tampoco los aspectos propios con el que deben ser tratados los requerimientos de aplicaciones web que garantice que el usuario no se “pierde en el espacio navegacional del sistema” [25]. En base a esto, se propone adecuar algunas de las técnicas propuestas con el fin de obtener un marco metodológico para elicitación de este tipo de requerimientos [20].
- Las líneas que se encuentran en curso son:
- Estudio, análisis y propuesta de modelo de calidad para la selección e integración de sistemas ERP en las empresas.

- Estudio del impacto sobre la calidad en el desarrollo de software como resultado del proceso de certificación ISO 9001 en empresas de software locales.
- Estudio comparativo de herramientas software para el cálculo de métricas de atributos de calidad en aplicaciones OO, con el propósito de guiar la selección de la más apropiada al contexto.
- Definición de mecanismos para la persistencia de las mediciones de complejidad de software orientadas a la constitución de una base de conocimientos aplicada al nivel de desarrollo de proyectos específicos, tomando como marco de referencia el modelo de calidad Competisoft.
- Diseño y desarrollo de una aplicación que facilite el proceso de verificación y validación de software, orientada a la generación automática de casos de prueba.

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 finalizando los planes anuales de 3 (tres) becarios de investigación de pregrado, un becario TIC que finaliza su Trabajo Final de Aplicación para la carrera de Sistemas de la UNNE y se inician 2 (dos) planes de trabajo de becarios de investigación de pregrado de la SECYT-UNNE y de 5 (cinco) 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] Ley 25.856/2003. Boletín Oficial de la República Argentina, primera sección, p. 3. Buenos Aires, 08/01/2004.
- [3] 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>
- [4] Laporte, Renault. “Developing International Standards for Very Small Enterprises”, IEEE Computer, March 2008, Volume 41, Number 3, pp 82-85
- [5] Pino F., García 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
- [6] 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).
- [7] 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>
- [8] 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.
- [9] 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, Nº 3, Diciembre 2004, 11-20.
- [10] Pressman, R. “Ingeniería de Software. Un enfoque práctico”. MCGRAW-HILL – 2005
- [11] González D., “Las Métricas de Software y su uso en la Región” .Tesis Licenciatura. Ingeniería en Sistemas Computacionales. Universidad de las Américas Puebla. 2001.
- [12] Anaya, R.; Cechich, A.; Henao, M.; Oktaba, H. “Enfoque Integrado de la Gestión del Conocimiento en el Modelo de Procesos de COMPETISOFT”. Informe IT.11. CYTED. 2006.
- [13] Piattini M., “COMPETISOFT: Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos”. Editorial: Ra-Ma. Noviembre 2008.
- [14] Técnicas de Evaluación Dinámicas. <http://www.lsi.us.es/docencia/get.php?id=361>
- [15] Sommerville, I. “Ingeniería de software”. 7ª Ed. Prentice-Hall. 2005.
- [16] Díaz, A.; Gonzales, J.C.; Ruiz, M.E. “Implantación de un Sistema ERP en una Organización”. RISI 2(3), 30-37 (2005). Revista de Investigación Sistemas de Información. ISSN: 1816-3823.
- [17] Castro, N.; Borges, A.M.; Baquero, N. et al. “Modelo para la selección de software ERP: el caso de Venezuela”. Rev. Fac. Ing. UCV, mar. 2006, vol.21, no.1, p.125-137. ISSN 0798-4065.
- [18] Greiner, C.; Demchum, D.; Dapozo, G.; Estayno, M. “Una propuesta de solución para automatizar la medición de aplicaciones orientadas a objeto”. CACIC 2010.

- [19] 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. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/extension/documentos/Res1109-09.pdf>
- [20] Secretaría General de Ciencia y Técnica (SECYT-UNNE). Informes Finales de Becas de Investigación de pregrado. 2011.
- [21] Loucopoulos P., Karakostas V., System Requirements Engineering, McGraw-Hill International series in Software Engineering, ISBN 0-07-707843-8, 1995.
- [22] Nuseibeh B., Easterbrook S., Requirements Engineering: A Roadmap, ICSE2000, 2000, Limerick, Irlanda.
- [23] Escalona, M.; Koch, N. “Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web – Un estudio comparativo”, Universidad de Sevilla, Dic, 2002. Disponible en: <http://www.lsi.us.es/docs/informes/LSI-2002-4.pdf>
- [24] Koch, N.; Kraus, A. “Integration of Business Processes in Web Application Models” Journal of Web Engineering, Vol. 3, No.1 (2004) 022-049 © Rinton Press
- [25] Peña, R. (1998). “Diseño de programas. Formalismo y abstracción”. Prentice Hall