

Enl@ce: Revista Venezolana de Información,  
Tecnología y Conocimiento  
ISSN: 1690-7515  
Depósito legal pp 200402ZU1624  
E-ISSN: 2542-3274  
Depósito legal ppi 201502ZU4693  
Año 14: No. 1, Enero-Abril 2017, pp. 87-96

Cómo citar el artículo (Normas APA):  
Mariño, S. y Alfonzo, P. (2017). Ingeniería de software  
basado en evidencia: soportes como producto académico.  
*Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y  
Conocimiento*, 14 (1), 87-96

## Ingeniería de software basado en evidencia: soportes como producto académico

### *Evidence of Software Engineering Applied to Final Career Productions*

**Sonia Mariño<sup>1</sup>**

**Pedro L. Alfonzo<sup>2</sup>**

#### Resumen

En Informática los estudios empíricos generan información que pueden mejorar el conocimiento de una realidad, así como las prácticas que de ellos derivan. La ingeniería del software basada en la evidencia, se fundamenta en leyes naturales, resultados experimentales y fórmulas empíricas para proponer y respaldar soluciones a los problemas que se le presentan. Por lo que, aplicar la ingeniería del software basada en la evidencia a los productos presentados para grado académico rige el objetivo del estudio, aun cuando estas tratan otras áreas de conocimiento de la Informática, con el fin de resolver problemáticas del entorno demandadas por diferentes sectores organizacionales. Para el desarrollo metodológico, se contextualiza el dominio de conocimiento de las tesis de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Los resultados permiten determinar que las tesis defendidas por los estudiantes en el año 2014 tratan temas de la disciplina y se aplican a la resolución de problemas del contexto en que se inscriben.

Recibido: 18/1/17 Devuelto para revisión: 30/2/17 Aceptado: 2/2/17.

<sup>1</sup> Profesora Titular, Dedicación Exclusiva, del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Nordeste. Magíster en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica (Facultad de Humanidades - UNNE). Licenciada en Sistemas. Es Magíster en Informática y Computación. (UNNE - Universidad de Cantabria - España). Correo e-: simarinio@yahoo.com

<sup>2</sup> Docente-Investigador. Magíster en Ingeniería de Software (Universidad Nacional de La Plata). Especialista en Ingeniería de Software (Universidad Nacional de la Plata). Experto en Estadística y Computación (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE). Correo e-: plalfonzo@hotmail.com

**Palabras clave:** educación superior; Informática; evidencias en Informática; trabajos de grado; gestión académica.

## **Abstract**

In computing the empirical studies generate information that can improve the knowledge of a reality, as well as the practices that they derive. The software engineering based on the evidence, is based on natural laws, experimental results and empirical formulas to propose and support solutions to the problems that are presented to it. So, apply the software engineering based on the evidence to the products presented for academic degree governed the objective of the study, even when they treat other areas of knowledge, in order to solve problems of the environment demanded by different organizational sectors. For the methodological development, contextualizes the knowledge domain of the dissertations of the Bachelor's Degree in Information Systems. The results allowed to determine that the dissertations defended by students in the year 2014 issues of the discipline and apply to the resolution of problems of the context in which they are enrolled.

**Keywords:** higher education; Computer Science; evidence in Informatics; works of degree; academic management.

## **Introducción**

La Informática es una ciencia aplicada, sus fundamentos se sostienen principalmente en torno a la matemática, las ciencias naturales y la ingeniería. Se coincide con Gubiani, et al. (2013) en la importancia de crear conocimiento para la innovación, a partir de este precepto las universidades desempeñan un rol determinante en el referido proceso e interaccionan con el gobierno y la sociedad en el desarrollo de sus regiones situadas en un determinado contexto, así como también generan soluciones que responden a las necesidades sociales.

De acuerdo con lo expuesto, el trabajo permite determinar que el aporte universitario dado que los graduados se insertan en ámbitos de la industria y de los gobiernos, La presentación fortalece lo expuesto teóricamente en torno a que las universidades son fuentes de producción de conocimientos, y en algunos dominios aportan en la generación de tecnología. Genero (2016) expuso en referencia a la Ingeniería del Software que “los estudios empíricos permiten crear conocimiento que puede mejorar la práctica”. En esta presentación se propone ampliar esta concepción considerando que los estudios empíricos permiten crear conocimiento que puede mejorar la práctica de la Informática.

## **Ingeniería de software basada en evidencia**

Conceptualmente, la ingeniería es una disciplina esencialmente objetiva, que se apoya en leyes naturales, resultados experimentales y fórmulas empíricas para proponer y respaldar soluciones a los problemas que se le presentan. Para ello, se inspira en enfoques que podrían considerarse versiones tecnológicas del método científico, en el que las evidencias ocupan claramente un lugar central (Giró et al., 2016).

La Ingeniería del Software (IS) como una de las disciplinas de la ciencia informática (RedUNCI, 2014), comprende los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación de un sistema, hasta el mantenimiento de este después de su implementación (Sommerville, 2011; Pigoski, 2015; Aprily Abran, 2008). Asociaciones profesionales como la IEEE Computer Society (IEEE, 2015) y la Association for Computing Machinery (ACM, 2015), han contribuido mediante sus trabajos a desarrollar una guía del cuerpo de conocimientos de la ingeniería de software o SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge).

La guía SWEBOK V3.0 (Bourque y Fairley, 2014) presenta actualizaciones en todas las áreas de conocimiento (KAS-por sus siglas en inglés-) con el fin de reflejar los cambios de la Ingeniería de Software, previamente publicados en la guía SWEBOK 2004, a través de la guía mencionada se exponen 15 áreas del conocimiento, identificadas como: requisitos de software, diseño de software, construcción de software, pruebas de software, mantenimiento del software, gestión de la configuración de software, gestión de ingeniería de software, proceso de ingeniería de software, modelos y métodos de ingeniería de software, calidad del software, práctica profesional de la ingeniería de software, economía de ingeniería de software, fundamentos de computación, fundamentos matemáticos, fundamentos de ingeniería.

Sin embargo, no se hace referencia sobre la ingeniería de software basada en evidencia (ISBE), la cual se define desde la perspectiva de proporcionar los medios por los que la mejor evidencia actual de la investigación se pueda integrar con la experiencia práctica, así como los valores humanos en el proceso de la toma de decisiones sobre el desarrollo y mantenimiento de software, en Kitchenham et al. (2016) y Genero (2016, p. 2)

Según lo expuesto, la aplicación de la ingeniería de software basada en evidencia se conciben como parte de los productos presentados por los estudiantes, con opción a grado y se vinculan con diferentes áreas de conocimiento de la Informática. A partir de este principio las actividades de investigación y desarrollo I+D, se afianzan los conceptos, los métodos y las técnicas que responden a los fundamentos teóricos impartidos en asignaturas del plan de estudios de la carrera.

## **Metodología**

Se presenta una investigación de tipo exploratoria, para determinar cuál es el perfil de la producción de tesinas que sustentan la finalización de los estudios en el área de la Informática. Se estableció el método de investigación cualitativo. Para los efectos, se realizaron estudios sobre las producciones de los graduados en el año 2014; con el objetivo de obtener evidencia empírica respecto a los artefactos elaborados para resolver problemas del mundo real, y que se constituyeron en las tesinas defendidas.

El desarrollo de procesos de indagación sobre los proyectos de investigación defendidos, se conciben como recursos estratégicos que aportan significativos resultados para la industria del software y al sector de servicios y sistemas informáticos. En función de ello, se describen cada una de las etapas consideradas para el desarrollo del estudio.

## Etapa 1. Definición

Se definió como objetivo de I+D: establecer las áreas y los temas de interés de los estudiantes. Desde la perspectiva, se plantea que trabajar con evidencias científicas en lugar de con suposiciones permitirá que el desarrollo de software se convierta en una verdadera disciplina de ingeniería. Genero (2016, p. 5). Según lo expuesto, se contextualiza que el dominio del estudio implica que esta técnica guíe la investigación para determinar el alcance de la transferencia de conocimiento logrado desde la Universidad hacia su ámbito de influencia.

Como parte del propósito, se proyecta lograr la obtención de información con respecto a la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas demandados y plasmados en los artefactos producidos en el año 2014 en el marco de las asignaturas TFA / PFC. Con referencia a los objetos se llevó a efecto: la selección de objetos: los objetos experimentales son los productos construidos por los estudiantes y explicitados en el informe de sus tesinas de grado y la selección de sujetos, representados por veinticinco (25) graduados en el periodo 2014.

## Etapa 2. Selección de la técnica: la encuesta

Técnica mediante la cual, se estableció como pregunta de *investigación* que guía el estudio, ¿cuáles son las áreas de conocimiento elegidas por los estudiantes para diseñar el trabajo final de grado y los desarrollos derivados de esta producción?

La pregunta formulada, se complementó indicando: “Qué es lo que funciona, para quién, dónde, cuándo y por qué”.

Las interrogantes definidas, determinaron las variables a relevar en los trabajos seleccionados:

- qué es lo que funciona: el producto,
- para quién: el destinatario, representado por las empresas, organizaciones del gobierno, organizaciones del medio, sujetos demandantes de tecnologías de la información y sus productos.
- dónde: la ubicación de la implementación,
- cuándo: el periodo de indagación definido por el año 2014
- por qué: la fundamentación que sustenta el desarrollo tecnológico y que aporta al conocimiento aplicado generado desde la disciplina Informática.

Además, en el análisis de las producciones se contempló aspectos

- técnico: tecnologías, complejidad o sistemas definidos.
- social: habilidad individual (por ejemplo, la facilidad con la que los estudiantes identifican un problema o a partir de un planteamiento lo transforman en un proyecto de graduación), autonomía de los estudiantes al seleccionar el área y tema de desarrollo del proyecto de tesina.

- ambiental: posibilidad de transferir el producto a las organizaciones demandantes, o de insertarse en el mercado con éste artefacto de las TI.

Se definieron como *variables de interés*: el área de conocimiento, la sub-área de la disciplina seleccionada por los estudiantes, el tema de aplicación de conceptos teóricos, el dominio de posible transferencia del conocimiento profundizado o adquirido y el problema a resolver con el artefacto tecnológico, y se estableció: cuando: estudio centrado en el año 2014, donde: en la asignaturas PFC/TFA, bajo qué circunstancias: trabajos finales de graduación producidos por los estudiantes mediante la supervisión de un profesor orientador y la mencionada cátedra. Puede destacarse que los alumnos, como opción seleccionan el área y el tema en el cual desarrollar el trabajo, lo que implícitamente podría considerarse como área de preferencia para el futuro desarrollo profesional.

Para la recolección de datos: se analizaron los informes de grado –fuentes primarias- que describen el producto tecnológico diseñado y desarrollado. Los datos obtenidos, se complementaron con los disponibles desde una base de datos administrada por las asignaturas. Su posterior análisis produjo información que aporta a la toma de decisiones.

### **Etapa 3. Conducción y análisis**

Realizado el estudio, se procedió con el procesamiento, la reducción de los datos y la generación de estadísticos descriptivos concernientes a las evidencias estudiadas; lo que derivó en el análisis de los resultados como actividad previa a la interpretación y al reporte.

### **Etapas 4 y 5. Interpretación de los resultados y reporte**

El análisis de los proyectos seleccionados a partir de situaciones reales y defendidos en el periodo 2014, permitió identificar:

- Cómo los desarrollos de I+D generados en el marco de trabajos de grado analizan problemas de la industria, del gobierno o del contexto en el que se insertan los egresados.
- Cómo los estudiantes utilizan e integran las competencias desarrolladas durante la formación académica y los materializan en los productos desarrollados.
- Cuáles son los problemas de la industria o del contexto, que demandan solución, y son tratados por los estudiantes.
- Cómo y a través de qué productos de las TI se logra la transferencia de conocimiento.

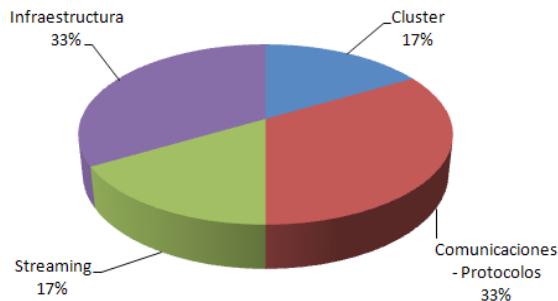
## **Resultados**

La informática como disciplina científica y tecnológica presenta una diversidad de áreas de conocimiento. Siguiendo a ACM (2015) se denotan como: algoritmos y complejidad, arquitectura y organización, ciencias computacionales, estructuras discretas, gráficos y visualización, interacción hombre-computador, garantía

y seguridad de la información, gestión de la información, sistemas inteligentes, redes y comunicaciones, sistemas operativos, desarrollo basado en la plataforma, computación paralela y distribuida, lenguajes de programación, fundamentos de desarrollo de software, ingeniería de software, fundamentos de sistemas, cuestiones sociales y práctica profesional

En el contexto del presente trabajo, se consideran como los principales consumidores del conocimiento producido y plasmado en los trabajos de grado, las instituciones académicas, los gobiernos, las empresas y la sociedad. En este sentido, para entender la relación Estado-subsector software en la Argentina, en Dughera et al. (2012), se observaron la existencia de siete ejes de políticas públicas que merecen ser discutidos. Asimismo, la Ley de Promoción de Software es uno de los factores claves para lograr mejoras en las empresas relacionadas con las TIC (Iglesias et al., 2015; Pons y Pons 2014; Angeleri y Sorgen 2014; Romanizet al., 2014; Anacleto et al., 2014).

La categorización de las tesis defendidas siguiendo este criterio permitió determinar que estas producciones se concentran principalmente en las áreas de Computación (24%) e Ingeniería del Software (76%). En el área de Computación se trataron principalmente como temas los vinculados con infraestructura, comunicaciones y protocolos, cluster y streaming. En la Figura 1, se observan en porcentajes de trabajos relacionados a cada uno de ellos.



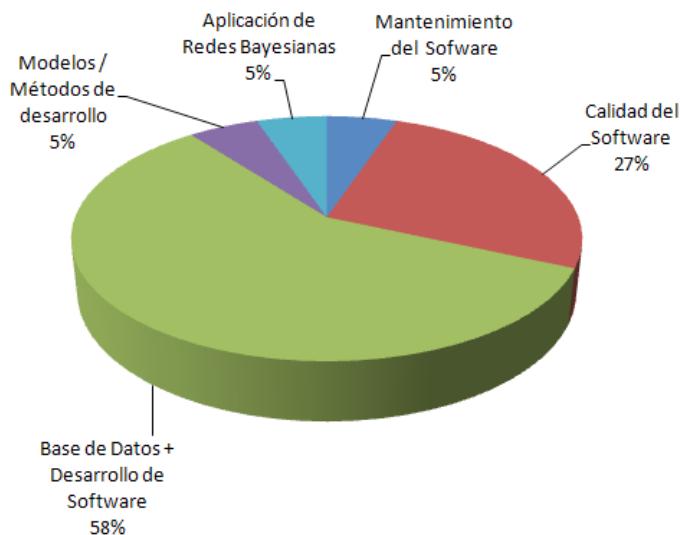
**Figura 1. Porcentajes de trabajos en el área “Computación”.**

Fuente: elaboración propia, (2017).

El 66,67% de los trabajos del área de computación surgieron como soluciones propuestas para su implementación en organizaciones del gobierno y empresas, lo cual impacta indirectamente también en la sociedad. Cabe aclarar, que los autores de estos trabajos se desempeñan laboralmente en estos espacios

de actuación, lográndose otro objetivo como es la transferencia de las producciones intelectuales desde la academia hacia otros ámbitos de la sociedad.

El área identificada como ingeniería del software, concentra la mayoría de los productos de las TI generados en el contexto de los trabajos de graduación. Se determinaron las áreas de conocimientos comprendidas en las mismas y explicitadas porcentualmente en la Figura 2. Este hallazgo podría sustentarse en la impronta impartida en esta carrera en torno a esta sub disciplina de la Informática.



**Figura 2. Porcentajes de trabajos en el área “Ingeniería del Software”.**

Fuente: elaboración propia, (2017).

El análisis de los sujetos vinculados con las producciones, reveló que el 21,063% de los estudiantes accedieron a becas de I+D proporcionadas por la Universidad o el CIN. Se considera como un aliciente para el grado, en virtud de que además de estar incorporados en un proyecto de I+D tratan la misma temática en la beca y como tema de tesina. Por otra parte, el 10% de los estudiantes fueron adscriptos en el periodo de realización del trabajo de graduación, condicionante que también podría considerarse como un elemento favorecedor de la graduación. Del total de los trabajos, el 21% (4) se corresponden a soluciones diseñadas para el gobierno y

otro porcentaje similar para las empresas, mientras que el 10% (2) se enfocan a requerimientos de las PyMES. En este último caso se podría considerar a estos sujetos (graduados) como emprendedores.

Por otra parte, las producciones comprendidas en el campo de la IS, son mayoritariamente soluciones en torno a proyectos de gestión. Este enfoque podría explicarse, considerando que estas temáticas son ampliamente estudiadas y desarrolladas en asignaturas previas de la carrera, y justificando el objetivo de la tesina en la integración, profundización y/o abordaje de saberes disciplinares sumando el aporte a la sociedad.

En tal sentido, el estudio permitió identificar los desarrollos de I+D generados en el marco de trabajos de graduación que abordan problemas de la industria, del gobierno o del contexto en el que se insertan los graduados, principalmente en las áreas de Computación e Ingeniería del Software. En consecuencia, las producciones analizadas surgieron de organizaciones del gobierno o de la empresa así como de ámbitos académicos en donde los entonces estudiantes se desempeñaron como adscriptos o becarios de proyectos de I+D.

Asimismo, en la concreción de estas se logró la integración como también la profundización de conocimientos impartidos mediante el plan de estudios de la carrera, representados principalmente en las Figuras 2 y 3; los cuales son percibidos como problemas de la industria o del contexto, que requieren solución, y son tratados por los estudiantes. Por otra parte, estos artefactos de las TI son transferidos a aquellos ámbitos que los requieren para mejoras de procesos de captura, almacenamiento y procesamiento de información.

## Conclusiones

Esta investigación se centró en aplicar la ingeniería del software basada en la evidencia a los productos presentados para grado académico rige el objetivo del estudio objetivar el conocimiento generado y plasmado en las producciones derivadas de trabajos finales de graduación de una carrera Informática a través de las evidencias representadas en las producciones defendidas por los estudiantes en el año 2014 para obtener su título de Licenciado en Sistemas de Información.

La Ingeniería del Software Basada en la Evidencia se aplica en diversas publicaciones. Este trabajo innova al adaptar la ISBE al dominio de la Informática y obteniendo datos empíricos derivados de los trabajos finales de graduación en la disciplina. El estudio permitió generar información valiosa, derivada de establecer vinculaciones con diversos aspectos inherentes a los graduados y a las producciones.

También se destaca la importancia del estudio que radica en que estos artefactos han sido creados y desarrollados atendiendo a las demandas del contexto y contemplan la resolución de abstracciones de problemáticas de incidencia social-económica-cultural. Siendo su ámbito de difusión y transferencia los distintos sectores del medio como la universidad, el gobierno y las empresas

Por otra parte, la experiencia generada en torno a estos desarrollos tecnológicos, tanto para los graduados como para los profesores orientadores, el cuerpo docente que conforma las cátedras TFA y PFC y aquellos

docentes que participan como jurados aportan al cuerpo del conocimiento de la disciplina, especialmente al proporcionar evidencia empírica en torno a las áreas, sub áreas y temas de abordaje.

Es así como difundir los datos capturados y procesados proporciona información de retroalimentación en torno a aquellas áreas y temas de interés focalizados en proyectos de graduación, dado que se contempla el contexto que influye en las demandas percibidas o recabadas por los distintos actores que participan en este tramo de la carrera al momento de seleccionar el tema de graduación.

Cabe aclarar que la indagación expuesta podría replicarse a las producciones defendidas en otros años o a diversos conjuntos de evidencias empíricas provenientes producciones derivadas de otros dominios de la Educación Superior. Por lo que se considera como una limitación del estudio el periodo focalizado en las producciones defendidas en el año 2014.

## Bibliografías

- ACM (2015). Association for Computing Machinery. Recuperado el 26 de Noviembre deL 2016, de ACM: <https://www.acm.org/>
- Anacleto, V., Braberman, V., Echague, J. V., Filia G., Garbervetsky D., Gomez M., Fernandez, E. y Uchitel, S. (2014). Experiencias de I+D+i en productos avanzados para el análisis de software, *8º Jornadas de Vinculación Universidad-Industria, JUI 2014. 43 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)*, Buenos Aires. Argentina.
- Angeleri, P. y Sorgen, A. (2014). Diseño y desarrollo de un framework metodológico e instrumental para asistir a la evaluación de software, *8º Jornadas de Vinculación Universidad-Industria, JUI 2014. 42 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)*, Buenos Aires. Argentina.
- April, A. y Abran, A. (2008). *Software Maintenance Management: Evaluation and Continuous Improvement*. IEEE Computer Society.
- Bourque, P. y Fairley, R. (2014). *SWEBOK Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0*. IEEE Computer Society. Recuperado el 20 de Noviembre de 2016, de SWEBOK: [www.swebok.org](http://www.swebok.org)
- IEEE (2015). Computer Society. Recuperado el 20 de Noviembre de 2016, de IEEE: <https://www.acm.org/>
- IEEE STD 1219:1993. *Standard for Software Maintenance*. IEEE Computer Society Press. USA.
- Dughera, L., Ferpozzi, H., Gajst, N., Mura, N., Yannoulas, M., Yansen, G. y Zukerfeld, M. (2012). Una aproximación al subsector del Software y Servicios Informáticos (SSI) y las políticas públicas en la Argentina. *10º Simposio sobre la Sociedad de la Información. 41 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)*. La Plata, Argentina.
- Genero, M. (2016). *Ingeniería del software basada en la evidencia*, Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla-La Mancha.

- Giró J. F, Disderi, J. y Zarazaga, B. (2016). Las causas de las deficiencias de la Ingeniería de Software. *Ciencia y Tecnología*, N° 16, pp. 69-80. Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de la Universidad de Palermo: [http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2016/CyT\\_16\\_05.pdf](http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2016/CyT_16_05.pdf)
- Gubiani, J., Morales, A. y Selig, P. (2013). A pesquisa universitaria e aplicação a inovação. *11vo Simposio Sociedad de la Información 2013, 42 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)*.
- Iglesias, N., Coronel, J., Ezpeleta, J., Angelone, L., Bulacio, P. y Tapia, E. (2015). Experiencia vinculación universidad – industria: Desarrollo de tecnología ISOBUS para la industria nacional de maquinarias agrícolas”, *9º Jornadas de Vinculación Universidad, JUI 2015, 44 Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)*. Rosario, Argentina.
- Kitchenham, B., Budgen, A. y David, Brereton, D. (2016). *Evidence-Based Software Engineering and Systematic Reviews*, CRC Press.
- Pigoski, T M. (version 0.5). (2015). SWEBOK Knowledge Area Description for Software Evolution and Maintenance. Recuperado el 26 de febrero de 2016, del sitio Web de SWEBOK: Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de [http://kopustas.elen.ktu.lt/~rsei/Swebok/KA\\_Description\\_Software\\_Evolution\\_Maintenance \(Version\\_0\\_5\).PDF](http://kopustas.elen.ktu.lt/~rsei/Swebok/KA_Description_Software_Evolution_Maintenance (Version_0_5).PDF)
- Pons, J. y Pons, C. (2014). Una Experiencia de Vinculación Universidad-Industria: Sistemas de Monitoreo Inteligente y Ubicuo de Silobolsas, *8º Jornadas de Vinculación Universidad-Industria, JUI 2014, 43 JAIIO. Jornadas Argentinas de Informática*. Buenos Aires. Argentina.
- REDUNCI. (2006). Red de Carreras de Grado en Informática. Propuesta de Currícula. Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, del sitio Web de la RedUNCI: <http://redunci.info.unlp.edu.ar/docs/propuesta.doc>.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería del Software*. Ed. Prentice Hall
- Valdés, M. C. y Darin, S. (2008). Una herramienta estratégica para el crecimiento profesional en la sociedad del conocimiento: la formación transversal curricular de competencias comunicativas. *Simposio Sociedad de la Información. 37 JAIIO. Jornadas Argentinas de Informática*.