

Transformando la enseñanza de Ingeniería de Software a nivel posgrado

M.I.S. María de Lourdes Hernández Rodríguez
M.I.E. Pablo Alejandro Olguín Aguilar
M.C.C. Yesenia Hernández Velázquez
Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C.

Línea Temática: Nuevas formas de aprender y enseñar.

Palabras claves: Ingeniería de software, competencias, posgrado, aprendizaje basado en proyectos.

Resumen

En el posgrado, los programas de maestría cuentan con características particulares que los orientan hacia la profesionalización o hacia la investigación (CONACYT, 2015). Esta dicotomía se ve reflejada en el currículum y en las metodologías de enseñanza y de aprendizaje que se emplean para la formación de los estudiantes de cada programa educativo. El propósito de los programas profesionalizantes es desarrollar competencias de un área o campo profesional, por medio de la realización de un trabajo aplicable como un proyecto de intervención, la generación de un modelo o algún prototipo (Sánchez, 2008).

La Maestría en Computación Aplicada (MCA) del Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C., es un programa educativo consolidado en el PNPC de CONACYT y desde sus inicios, ha dirigido la disciplina de Ingeniería de Software con estrategias didácticas a partir de un método de enseñanza basado en proyectos, que permite a los estudiantes participar en la solución de problemáticas de diversos sectores productivos de nuestro país.

Este artículo abordará una metodología de enseñanza innovadora que se emplea en la MCA, el impacto de ésta se traduce en un fortalecimiento de competencias como diseño, ejecución, evaluación de proyectos, comunicación efectiva, manejo de trabajo colaborativo y bajo presión, entrenamiento en tecnologías para desarrollo de software, estimación de esfuerzo, técnicas de negociación, entre otras. En consecuencia los egresados del programa tienen una inserción muy exitosa en el sector productivo.

Introducción

La Ingeniería de Software es un área de conocimiento relativamente nueva en comparación con otras áreas como las matemáticas o la ingeniería civil. Fue conceptualizada en los años cincuenta. La ISO/IEC/IEEE Systems and Software Engineering Vocabulary (SEVOCAB) la define como “La aplicación de una estrategia sistemática, disciplinada y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento de software; es decir la aplicación de ingeniería al software”.

La ingeniería de Software atiende un entorno tecnológico en constante cambio y su estudio demanda la integración de aspectos como: razonamiento lógico, matemáticas, modelado, lenguajes de



programación, comunicación y administración. Ante un entorno con un alto nivel de dinamismo los programas de estudio de las instituciones de educación superior tienen poca oportunidad de mantenerse alineados a las demandas de sectores productivos, por ende es necesaria la definición de estrategias pedagógicas que permitan formar recursos humanos capaces de analizar problemáticas diversas y proponer soluciones efectivas.

Es en este tenor que el grupo académico del LANIA consiente de la brecha entre la academia y la industria en Ingeniería de Software ha incorporado en sus programas de postgrado técnicas que permitan “aprender haciendo”, invitando a diferentes sectores de la industria a participar. LANIA aplica una estrategia pedagógica basada en la ejecución de proyectos colaborativos ante un cliente real, generando el escenario idóneo para que los estudiantes analicen, seleccionen y apliquen un proceso de desarrollo de software cuya meta es obtener un producto de calidad que será puesto en operación e incidirá en el nivel de competitividad de la empresa cliente.

En las secciones siguientes se analizan trabajos relacionados, el modelo pedagógico aplicado y los resultados obtenidos durante los últimos seis años.

Trabajos relacionados

A nivel internacional existen iniciativas para atender el contexto descrito previamente como la encabezada por el National Institute of Information Technology (NIIT), en la India (Mitra, S. 2003), o el IT Specialist Program Initiative for reality-based Advanced Learning, en el Japón (Barker, M., & Inoue, K. 2009) caracterizados por la meta de formar recursos calificados cuya inserción en el mercado laboral sea inmediata respondiendo a las necesidades puntuales de los sectores productivos.

En la exploración de trabajos relacionados en la formación de recursos en Ingeniería de Software, destaca la propuesta de Coronel (2013), de la Universidad Tecnológica de la Mixteca en Oaxaca México. Este trabajo describe el desarrollo de una herramienta software de soporte a un ecosistema universidad-industria cuyo objetivo principal es vincular academia-industria.

La Tabla 1, adaptada de Coronel (2013) sintetiza algunas características de interés y contrasta con la estrategia de trabajo propuesta por la academia de ingeniería de software de LANIA.

Tabla 1. Características de interés para soporte a la enseñanza de la Ingeniería de Software en los programas de postgrado de LANIA. En donde (a): Aplicación de PBL y fábricas de software (Dos Santos, et al, 2009), (b) IT Spiral (Barker, M., & Inoue, K. 2009), (c) VinculAE (Coronel, 2013), (d) Modelo de la Universitat Jaume I España (Grangel et al 2010), (e) Modelo IS LANIA (Hernández et al, 2015)

Elementos analizados	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Características relacionadas con el aprendizaje					
Alumnos inmersos en la práctica constante	X	X	X	X	X
Aprendizaje basado en proyectos reales con clientes reales	X	X	X	X	X
Orientación y apoyo de otros compañeros				X	X
Aprendizaje colaborativo.	X	X	X	X	X
Repositorio de conocimientos			X		X



Incorporación de perspectivas académica y de consultores de la industria		X	X		X
Características relacionadas con el proceso de software					
Definición del proceso, roles, métricas para controlar los resultados	X	X	X		X
Definición, planificación y gestión, e implementación del proceso	X	X	X	X	X
Enfoque en los requisitos y la calidad	X	X	X	X	X
Gestión y distribución de roles		X	X		X
Selección del ciclo de vida adecuado	X		X		X
Relacionadas con la interacción					
Identificación de buenas prácticas		X			X
Trabajo en equipos de entre 3 a 5 miembros	X		X		X
Incorporación de consultores TIC con experiencia		X	X		X
Involucramiento del cliente		X	X		X
Establecimiento de estrategias de comunicación constante entre todos los participantes	X	X	X	X	X
Relacionadas con la evaluación					
Evaluación de los clientes en función a calidad del producto	X	X	X		X
Evaluación del cliente entre diferentes propuestas planteadas por los estudiantes					X
Autoevaluación de los estudiantes				X	X
Evaluación entre los miembros del equipo				X	X
Aplicación de rúbricas a entregables generados en cada fase del proceso de desarrollo					X

En el contexto de los trabajos descritos el modelo pedagógico de LANIA considera todos los puntos indicados en la Tabla 1. Algunas de las características de mayor relevancia se explican a continuación

Estrategia LANIA

La estrategia de enseñanza de la Ingeniería de Software para los programa de maestría de LANIA considera la técnica Aprendizaje Basado en Proyectos como eje rector. El escenario para su aplicación está conformado por los elementos: materias específicas de Ingeniería de software y asignaturas de desarrollo de habilidades técnicas como diseño de base de datos y programación avanzada. Selección de proyectos y perfiles de ingreso de los alumnos.

a. Contexto de las asignaturas de Ingeniería de Software

El bloque de Ingeniería de Software está conformado por dos materias impartidas en un periodo de ocho meses. En la primera parte se abordan conceptos fundamentales y se habilita a los alumnos para iniciar a la brevedad posible el trabajo sobre el proyecto seleccionado. Al final del primer



cuatrimestre los alumnos están inmersos en el dominio de negocio y aplican ingeniería de requerimientos para determinar el alcance del producto software a desarrollar. En forma paralela aplican disciplinas administrativas para la selección del rol que desempeñarán desde líder de proyecto hasta analista programador, además de investigar y seleccionar la tecnología más adecuada para el desarrollo del proyecto e inician, de ser necesario, un proceso de autoformación con la asesoría del grupo docente.

Durante la segunda parte del bloque, los estudiantes llevan a cabo el desarrollo del producto de software aplicando metodologías de seguimiento y control de cambios, de manera interna y en constante comunicación con el cliente; culminando el cuatrimestre con la entrega del sistema terminado, probado y liberado por el usuario final del sistema.

b. Características de los casos de estudio abordados

Los proyectos seleccionados pueden ser de diversos dominios de negocio pero en general se consideran características deseables: el tener un alcance funcional acotado para ser factible de desarrollar en el tiempo asignado a las materias; corresponder a industrias o sectores de servicios ubicadas en el centro del país; contar con un presupuesto para cubrir traslados del equipo de estudiantes a instalaciones del cliente; adicionalmente el cliente debe disponer de tiempo para participar en un proceso de desarrollo iterativo y retroalimentar oportunamente los resultados generados.

Los proyectos desarrollados de 2008 a 2015 se describen en la Tabla 2., cabe aclarar que por razones de confidencialidad la información mostrada es de carácter genérico.

Tabla 2. Descripción general de proyectos desarrollados por alumnos de la Maestría en Computación aplicada.

Proyecto	Sector	Descripción
GenTwo	Educación	Herramienta de soporte a procesos de ingreso en modalidad de residencia profesional
SIGARE	Sector Salud (Recursos Humanos)	Control de calendario y asignación de periodos vacacionales considerando múltiples tipos contractuales y reglas de negocio asociadas
Fundación DIA	Asistencia Social	Control de procesos de operación para atención de víctimas de maltrato familiar
SuperSI	Comercio Detallista	Flujo completo de adquisición y venta detallista de una cadena de supermercados con presencia nacional
Rancho Soft	Ganadería	Inventario de cabezas de ganado de diferentes regiones del país orientados a exportación
Bib primate	Investigación Científica	Generación de biblioteca digital para trabajos de investigación sobre primates



Krisa	Investigación Científica	Control de sensores en un escenario de simulación para análisis conductual a nivel laboratorio
Colmena	Educación básica	Herramienta de soporte para educación en ciencias dirigida a niños de educación básica

c. Características de los alumnos

Los alumnos participantes cuentan con competencias en áreas como razonamiento lógico, lenguajes de programación, comunicación oral y escrita, trabajo en equipo. Al tratarse de un programa de maestría, los alumnos deben contar con un nivel de madurez suficiente para enfrentar tareas como autoaprendizaje, toma de decisiones y resolución de conflictos, que invariablemente tendrán que enfrentar.

d. Características de los docentes

Los miembros de la academia de Ingeniería de Software cuentan con grado de maestría en las áreas: matemáticas, ciencias de la computación e ingeniería de software. Una característica relevante es que además de la docencia participan como consultores en la unidad de desarrollo de software de LANIA.

Aplicación de los métodos de enseñanza-aprendizaje

El contexto descrito en secciones previas da paso a una esquematización del modelo pedagógico aplicado.

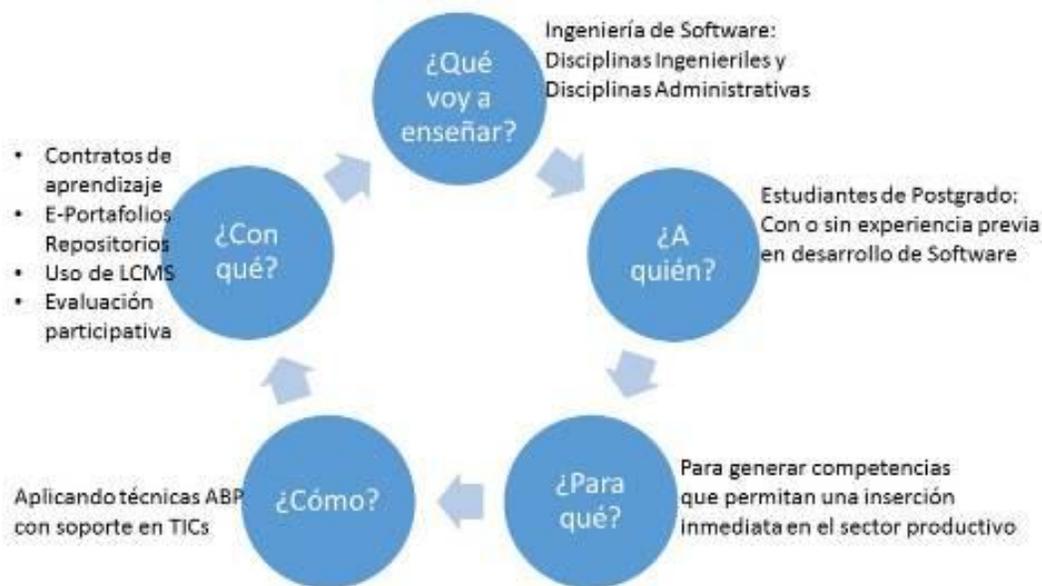


Fig. 1. Modelo Pedagógico LANIA



Resultados y análisis

La ejecución de cada proyecto ha permitido tanto al grupo docente como a los alumnos participantes un aprendizaje y una formación enriquecedores. Algunos de los aspectos evaluados se resumen a continuación.

1 Resultados

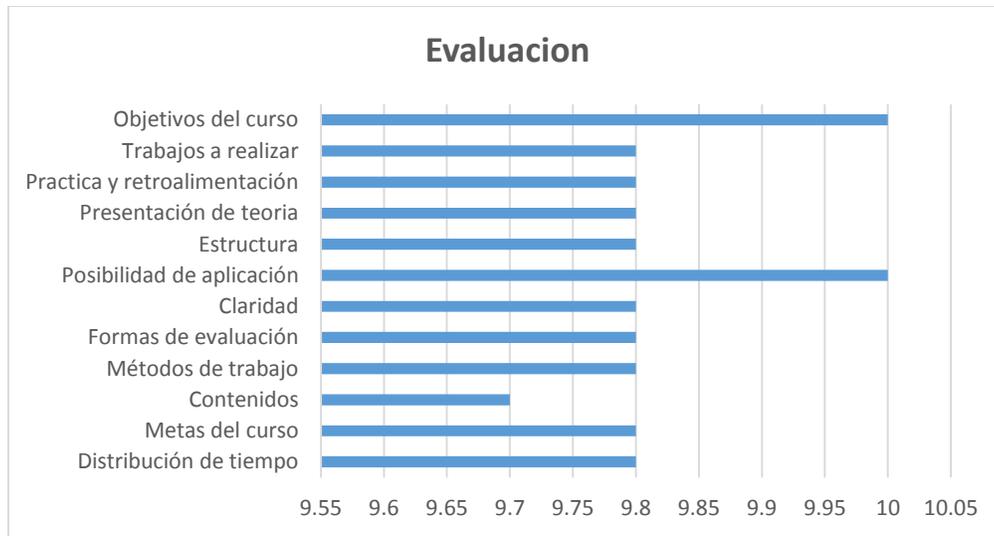
En referencia al desempeño de los alumnos, los resultados promedios por generación en ocho proyectos se esquematizan en la Fig.2.



Fig. 2. Calificación promedio obtenida por los estudiantes en la evaluación tanto de proceso de desarrollo de software como del producto generado

Al finalizar cada proyecto los alumnos responden una encuesta de evaluación para el curso, los materiales o elementos aplicados y el desempeño docente. Los resultados se muestran en la Fig. 3.





Con respecto a la inserción en el mercado laboral, la situación general de los egresados se presenta la fig. 4 indicado el sector y actividad desempeñada.

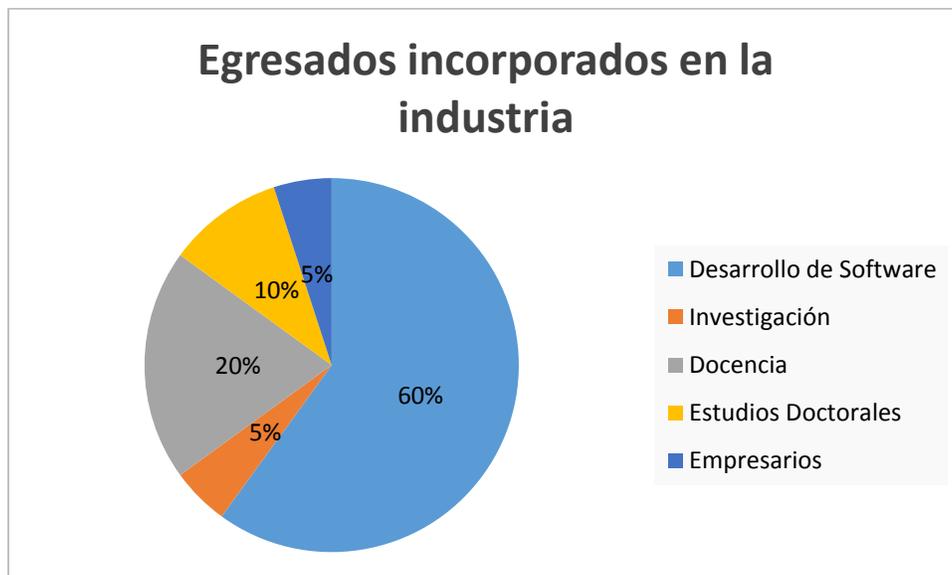


Fig. 4. Distribución de ocupación de egresados del programa de maestría en computación aplicada, para las últimas seis generaciones

2 Análisis

Los resultados presentados indican una transmisión y generación efectiva de habilidades en los estudiantes, no obstante deberá interpretarse con discreción esto debido a que factores contextuales en cuanto a objetivos profesionales, familiares o económicos influyen en el desempeño y selección del sector en el que los egresados esperan desenvolverse.



Por otra parte una estrategia ABP requiere de un esfuerzo considerable por parte del docente ya que debe preparar y brindar asesorías continuas durante la realización del proyecto. Invertir el doble del tiempo previsto para trabajo en el curso, esto porque la ejecución de actividades no se da en el contexto de un aula, sino acorde a los horarios y disponibilidad de los clientes que se atiende.

Conclusiones

El entrenamiento y desarrollo de habilidades orientadas a la generación de un equipo de trabajo efectivo y profesionales comprometidos con trabajos de calidad en el área de Ingeniería de Software requiere la adopción de estrategias como la descrita en este trabajo. Los beneficios son significativos y tangibles para quienes han tenido la oportunidad de participar en los proyectos desarrollados. No obstante el equipo de docentes y diseñadores instruccionales requiere la inversión de un tiempo considerable para garantizar resultados.

Referencias

- Badia, A., & García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 3(2), 42-54.
- Barker, M., & Inoue, K. (2009, February). IT SPIRAL: A case study in scalable software engineering education. In *Software Engineering Education and Training, 2009. CSEET'09. 22nd Conference on* (pp. 53-60). IEEE.
- Gotel, O., Kulkarni, V., Scharff, C., & Neak, L. (2008, April). Working across borders: Overcoming culturally-based technology challenges in student global software development. In *Software Engineering Education and Training, 2008. CSEET'08. IEEE 21st Conference on* (pp. 33-40). IEEE.
- Coronel, G. A. (2013) Propuesta de un modelo dinámico para la educación de la materia de Ingeniería de Software que reduzca el vacío entre la Universidad y la Industria. Tesis de Licenciatura Cap. 2 p. 13-36. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Oaxaca, México.
- Dos Santos, S. C., Batista, M. D. C. M., Cavalcanti, A. P. C., Albuquerque, J. O., & Meira, S. R. (2009, February). Applying PBL in software engineering education. In *Software Engineering Education and Training, 2009. CSEET'09. 22nd Conference on* (pp. 182-189). IEEE.
- Grangel, R., Campos, C., Verde, V., & Rebollo, C. (2010). Aprender a aprender estudiando Ingeniería del Software. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (16es: 2010: Santiago de Compostela)*.
- Hernández, R. L; Aguilar, C.J., Ocharán H.J.O; Velazquez, H.Y.; (2015) Técnicas y herramientas en la enseñanza de Ingeniería de Software a nivel postgrado a través de la ejecución de proyectos. Reporte Técnico LANIA. Xalapa, Veracruz, México.



ISO/IEC 24765 (SEVOCAB), [En línea]<http://www.computer.org/sevocab> Consultado septiembre 2015

Mitra, S. (2003). NetVarsity, India. The virtual university: models and messages, lessons from case studies. Paris: UNESCO.

Sánchez, J. (2008). Una propuesta conceptual para diferenciar los programas de posgrado profesionalizantes y orientados a la investigación. Implicaciones para la regulación, el diseño y la implementación de los programas de posgrado. Ciencia y Sociedad. 33(3), República Dominicana. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/870/87011545002.pdf>

Sánchez, J., M. (2013). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. Actualidad Pedagógica. Recuperado de http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/

Wang, H., Huo, Y., & Jin, C. (2010, March). Design and Implementation of a Software Engineering Practice Course. In Education Technology and Computer Science (ETCS), 2010 Second International Workshop on (Vol. 1, pp. 563-566). IEEE.

Contacto

M.I.S. María de Lourdes Hernández Rodríguez, mhernand@lania.mx

M.I.E. Pablo Alejandro Olguín Aguilar, polguin@lania.edu.mx

M.C.C. Yesenia Hernández Velazquez, yhernandez@lania.mx

