

UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA

F. J. Martínez López¹
D. Morales Orozco²
L. G. Gutiérrez Torres³

RESUMEN

¿Cómo lograr el desarrollo efectivo de competencias en Ingeniería de software en alumnos de educación superior? El presente artículo recoge resultados de la investigación realizada en el Instituto Tecnológico del Sur de Guanajuato (ITSUR). El objetivo de la investigación ha sido determinar si es posible elaborar una estrategia didáctica para la enseñanza de la Ingeniería de Software que beneficie al alumnado aprovechando las características de la institución, institución: contar con un Centro de Desarrollo de Software (CDS) acreditado en el nivel 2 del Capability Maturity Model Integration (CMMI), dedicado a al desarrollo profesional de productos de software, dirigido por docentes y en el cual los alumnos pueden participar activamente en cierto momento de su carrera. La investigación ha sido de carácter empírico y se obtuvo como resultado el desarrollo de una estrategia didáctica fundamentada en las prácticas del modelo CMMI, que incorpora características de aprendizaje colaborativo, orientada a proyectos, dirigida por Web Quest y que motiva al alumno a participar en entornos profesionales de Ingeniería de Software como los que el CDS o cualquier otra empresa que acredite modelos de calidad le ofrece.

ANTECEDENTES

El mercado mundial de software se mantiene en constante crecimiento, la industria del software es hoy por hoy una necesidad, tanto es así que México decidió incorporarlo y apoyarlo en sus planes nacionales de desarrollo mediante el fondo ProSoft de la secretaría de economía. En el mismo sentido, los institutos tecnológicos de educación superior, ofertan carreras que cuentan entre sus planes, con el estudio de la Ingeniería de Software. En estas carreras se define una serie de materias de especialidad bajo los nombres de: “Ingeniería de Software”, “Desarrollo de proyectos de software”, “Análisis y Modelado de Sistemas de Información”, entre otros, con la finalidad de que el alumno desarrolle suficientes capacidades para comprender la Ingeniería de Software. No obstante, estas materias aún se desarrollan bajo un marco teórico, un poco lejano a la realidad práctica.

La Ingeniería de Software ha evolucionado y se han definido cada vez más claramente sus áreas de conocimiento, tal es el caso de las áreas propuestas por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) en el Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) o de las áreas de proceso planteadas en modelos como CMMI for Development y MoProSoft, haciendo que esta disciplina se convierta en algo que debe ser desarrollado en ambientes colaborativos, lejanos al clásico desarrollo individual de aplicaciones.

El Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato, instituto tecnológico descentralizado, ubicado en la ciudad de Uriangato, Guanajuato, que de manera distintiva cuenta con un Centro de Desarrollo de Software (CDS) que ha logrado acreditar el nivel 3

¹ Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. fj.martinez@itsur.edu.mx.

² Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. d.morales@itsur.edu.mx.

³ Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. licgerman@itsur.edu.mx.

del modelo CMMI, es el punto de partida de la presente investigación, con sus 7 profesores de tiempo completo y alumnos incorporados, que desarrollan proyectos de software con características de una empresa de primer nivel, proporcionan el marco de experiencias institucionales adecuadas, que aunadas al extenso cuerpo de conocimientos que hoy respalda a la Ingeniería de Software, animan a resolver la siguiente interrogante:

¿Es posible determinar una estrategia didáctica con fundamento en las experiencias institucionales del CDS del ITSUR sobre el modelo CMMI, que permita trasladar un ambiente realista dentro del aula en pro de la enseñanza de la Ingeniería de Software?

METODOLOGÍA

Con el propósito de desarrollar la investigación, se planteó el objetivo de desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza de la ingeniería de software y determinar el impacto de la misma en el aprendizaje de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el ITSUR. Teniendo en cuenta la hipótesis de que La EDAIS facilitaría en los alumnos el aprendizaje de la Ingeniería de Software, para esto se deberían demostrar los siguientes supuestos teóricos:

- Los alumnos de la materia desarrollan las competencias en Ingeniería de Software necesarias para ser insertados en el CDS u otra empresa de desarrollo de software fundamentada en modelos de calidad
- Los alumnos consideran que la materia les facilita el aprendizaje de manera satisfactoria.
- Los alumnos consideran que la estrategia didáctica utilizadas son la causa de su satisfacción y grado de aprendizaje alcanzados.

El punto de partida de la investigación consistió en indagar sobre la existencia de esfuerzos similares alrededor del mundo, la investigación documental realizada nos entregó valiosos hallazgos, dos de estos soportaron el desarrollo de la metodología:

El primer hallazgo, es el de establecer un ambiente colaborativo dentro del aula, dejando a un lado el ambiente individualista que actualmente se presenta en cursos de Ingeniería de Software. Esta aseveración la testifican investigaciones como las de (SHIM, CHOI, & KIM, 2009) y (QIU & CHEN, 2010) sugiriendo que la enseñanza de la Ingeniería de Software no ha de hacerse orientada a la individualidad del sujeto, sino que necesita que el alumno desarrolle habilidades humanas para la comunicación, interacción y cooperación entre miembros del equipo, siendo esto esencial para el éxito de los proyectos de software y derivando en la aplicación de una metodología cooperativa para la enseñanza.

Esto también se había mencionado en investigaciones anteriores como la de (CARRANZA, 2009) señalando: “En nuestro medio se ha validado la utilización de la metodología del aprendizaje cooperativo soportada por tecnologías de la información y las comunicaciones demostrando la mejora el rendimiento de los estudiantes” y por (MIRELES, 2001) afirmando que: “El éxito de un proyecto en cursos de Ingeniería de Software depende de la colaboración que se logre entre los estudiantes, en tanto que la coordinación de los esfuerzos que realiza cada uno de los participantes de acuerdo con su puesto o rol, es esencial para cumplir las metas”.

El segundo hallazgo, es sobre el uso de modelos de procesos en el aula, sobre proyectos controlados. Esto es propuesto también por los investigadores (SHIM, CHOI, & KIM, 2009) y (QIU & CHEN, 2010) quienes sugieren que para que el aprendizaje en el alumno sea cabal, este debe pasar a través del proceso completo de desarrollo de software, desde la definición del proyecto y los requisitos del producto, hasta la implantación y mantenimiento del mismo, para esto es sugerido que el alumno no se vea obstaculizado por definir las fases, procesos y entregables del proyecto, sino por conocer el objetivo de cada una de las actividades necesarias para culminarlo con éxito, así como las posibilidades de adaptación.

Sugerencias que también ya había sido mencionadas por (CASALLAS, DAVILA, & QUIROGA, 2002), señalando: “El enfoque de procesos instrumentados es una opción viable y muy satisfactoria para introducir los aspectos fundamentales de la Ingeniería de Software. Este enfoque nos permitió integrar de manera balanceada proceso, metodología y herramientas” y que complementa (MIRELES, 2001) señalando que: “Los modelos de procesos descritos contribuyen a que los estudiantes tengan una mejor comprensión de sus responsabilidades en el proceso y les permiten enfocar sus esfuerzos hacia las actividades que son significativas en el desarrollo del proyecto, los modelos facilitan la colaboración entre los distintos miembros del grupo al determinar explícitamente los tipos de interacción que existen en cada etapa del desarrollo de un sistema de software”

Con estos hallazgos se concluyó que el reto era definir la estrategia didáctica para la enseñanza de la Ingeniería de Software que incorporará características de aprendizaje colaborativo, uso de modelos de procesos y orientación a proyectos.

El siguiente paso en la investigación fue el desarrollo y puesta en marcha de la estrategia didáctica, para esto se tomó como punto de partida un elemento didáctico, en el que vinieron a converger las características de aprendizaje colaborativo, uso de modelos de procesos y orientación a proyectos, Web Quest, este elemento permite aprovechar los beneficios encontrados de las anteriores y encaja perfectamente en el ambiente. Para comprender a lo que se refiere la recomendación de utilizar Web Quest como columna vertebral de la estrategia didáctica a seguir mediante esta investigación se tuvo que comprender su origen.

Web Quest se creó como una metodología de trabajo formulada originalmente por Bernie Dodge (1995,1998,1999) (Universidad de San Diego) y fue desarrollada por Tom March (1990:2000). Web Quest significa indagación, investigación a través de la web, es un modelo de aprendizaje extremadamente simple y rico para propiciar el uso educativo de Internet, basado en el aprendizaje cooperativo, por proyectos y procesos de investigación para aprender (AREA MOREIRA, 2002).

La realización de una Web Quest consiste básicamente en que el profesor identifique y plantee un problema y a partir de este, cree un sitio Web en el que presente la tarea al alumnado, describa los pasos o actividades que tienen que realizar, les proporcione los recursos online necesarios para que los alumnos por si mismos desarrollen el problema, y los criterios con los que serán evaluados. (AREA MOREIRA, 2002).

Para la elaboración de la estrategia didáctica, se contó con la colaboración de 2 de los Profesores del CDS, y se le bautizó con el nombre de Estrategia Didáctica para el Aprendizaje de la Ingeniería de Software (EDAIS). La EDAIS consiste en un Web Quest, como se muestra en la Figura 1 en el que el trabajo de cada alumno debe ser dirigido por los roles dentro de un modelo de procesos adaptado tomando las mejores prácticas del CDS, donde cada alumno representa un miembro dentro de una empresa de desarrollo de software.



Figura 1. Página principal de la EDAIS versión 2012

La EDAIS, cómo puede apreciarse en la Figura 2, dirige al alumno a conformar una empresa de tamaño semejante al CDS y a consolidarse mediante el desarrollo de un proyecto de software, proporciona actividades del proceso de desarrollo que representan problemas que deben ser resueltos de manera colaborativa, tanto para procesos de Ingeniería (levantamiento de requerimientos, ambiente de desarrollo, codificación, pruebas de software, etc.) como para procesos administrativos y de soporte (administración del proyecto, aseguramiento de calidad, administración de la configuración, etc.), conforme a las áreas de proceso definidas en el CMMI for Development (CMMI Product Team, 2006), de manera que conservan el sentido lógico y la cronología adecuada que refleja los problemas semejantes a los que los profesionistas encuentran en proyectos de software real.

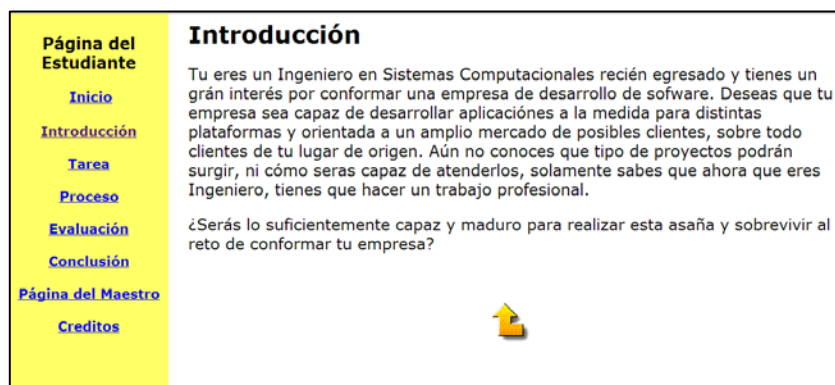


Figura 2. Fragmento Introductorio de la EDAIS

En el transcurso del Web Quest el alumno encuentra recursos que le proporcionan los fundamentos teóricos de las prácticas que realiza y que lo motivan a encontrar nuevas experiencias, aplicar nuevas tecnologías o proponer mejoras a los procedimientos que se sugieren. Por otra parte, también durante el transcurso del Web Quest, el profesor debe aplicar y dirigir una serie de evaluaciones mediante una herramienta proporcionada como parte del Web Quest, herramienta desarrollada a semejanza del Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) (Team Members Of The Assessment Method Integrated, 2001), a nivel un nivel adecuado y denominado para el propósito cómo SCAMPI D, mecanismo de evaluación del Web Quest, cómo puede apreciarse en las Figuras 3 y 4.



Figura 3. Hoja principal de la SCAMPI-D TOOL

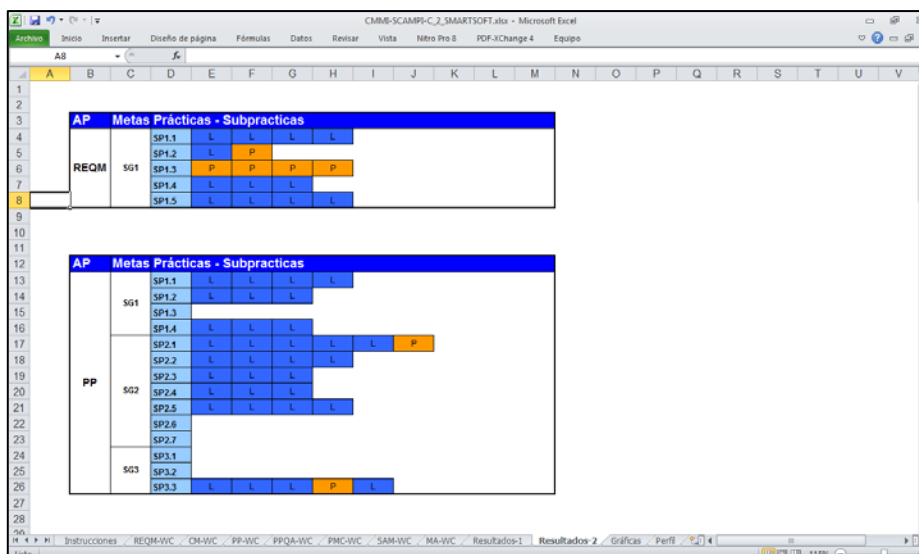


Figura 4. Resultados de alumnos tras evaluación mediante la SCAMPI-D Tool

Una vez desarrollada la EDAIS, se llevó a cabo la aplicación de la misma para, en el intento de demostrar los beneficios esperados. Para esto se seleccionó un universo durante periodo escolar Enero-Junio de 2012, que consistía en alumnos de la materia Planificación y Modelado de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITSUR, pues es durante esta materia que se debe abordar la primera parte de la serie de materias de Ingeniería de Software, llevándose a cabo la instrucción por parte del docente, siendo esta monitoreada y permitiéndonos perfeccionar la EDAIS.

Al finalizar el periodo, a fin de evaluar los resultados del uso de la EDAIS, fue desarrollado un instrumento para demostrar los supuestos teóricos planteados anteriormente, el instrumento consistía de un cuestionario que evaluaba 13 variables, agrupadas en cada uno de los supuestos teóricos:

- Para evaluar el supuesto teórico de que: “Los alumnos de la materia desarrollan las competencias en Ingeniería de Software necesarias para ser insertados en el CDS u otra empresa de desarrollo de software fundamentada en modelos de calidad” se evaluaron:
 - o 1. Grado de aprendizaje en Ingeniería de Requerimientos (IR) y Desarrollo de Requerimientos (RD)
 - o 2. Grado de aprendizaje en Planificación de Proyectos (PP) y Monitoreo y Control de Proyectos (PMC)
 - o 3. Grado de aprendizaje en Administración de la Configuración (CM)
 - o 4. Grado de aprendizaje en Aseguramiento de la Calidad (QA)
 - o 5. Grado de aprendizaje en Estimación de Proyectos
- Para evaluar el supuesto teórico de que: “Los alumnos consideran que la materia les facilita el aprendizaje de manera satisfactoria” se evaluó:
 - o 6. Grado de Satisfacción General con la Materia
- Y finalmente, para evaluar el supuesto teórico de que: “Los alumnos consideran que la estrategia didáctica utilizada es la causa de su satisfacción y grado de aprendizaje alcanzados” se evaluaron:
 - o 7. Opinión a favor del trabajo colaborativo
 - o 8. Opinión a favor del trabajo dirigido por proyectos
 - o 9. Opinión a favor de utilizar procesos de desarrollo
 - o 10. Opinión a favor de la independencia del alumno
 - o 11. Opinión a favor de contar con herramientas de software recomendadas
 - o 12. Opinión a favor del trabajo basado en problemas
 - o 13. Opinión a favor del uso de Web Quest

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para evaluar los resultados del uso de la EDAIS, se aplicó el instrumento desarrollado, y para determinar el grado de confianza o fiabilidad se tomó una muestra de los alumnos del grupo, en total 11 personas, dos equipos de trabajo.

Una vez tenida la recopilación de los instrumentos se ingresaron los resultados a SPSS versión 19 para medir el grado de confianza determinándose 0.892 por tal motivo que el instrumento logró la confianza suficiente para medir la muestra en estudio, como se muestra en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	11	100.0
	Excluidos ^a	0	.0
	Total	11	100.0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Tabla 2. Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.892	13

De tal manera se obtuvieron también estadísticos descriptivos como valores para la media, mediana, desviación típica, varianza, máximos y mínimos para cada una de las variables presentando los resultados de la Tabla 3.

Tabla 3. Estadísticos por variable

	N		Media	Mediana	Desv. típ.	Varianza	Mínimo	Máximo
	Válidos	Perdidos						
1. Aprendizaje en IR&RD	11	0	3.545	4.000	.5222	.273	3.0	4.0
2. Aprendizaje en PP&PMC	11	0	3.636	4.000	.5045	.255	3.0	4.0
3. Aprendizaje en CM	11	0	3.727	4.000	.4671	.218	3.0	4.0
4. Aprendizaje en QA	11	0	3.455	3.000	.5222	.273	3.0	4.0
5. Aprendizaje en Estimación	11	0	3.818	4.000	.4045	.164	3.0	4.0
6. Grado de Satisfacción	11	0	3.909	4.000	.3015	.091	3.0	4.0
7. A favor del trabajo Colaborativo	11	0	3.545	4.000	.5222	.273	3.0	4.0
8. A favor del trabajo dirigido por proyectos	11	0	3.455	4.000	.6876	.473	2.0	4.0
9. A favor de utilizar procesos de desarrollo	11	0	3.455	3.000	.5222	.273	3.0	4.0
10. A favor de la independencia del alumno	11	0	3.455	4.000	.6876	.473	2.0	4.0
11. A favor de herramientas de software recomendadas	11	0	3.545	4.000	.5222	.273	3.0	4.0
12. A favor del trabajo basado en problemas	11	0	3.636	4.000	.5045	.255	3.0	4.0
13. A favor del uso de Web Quest	11	0	3.545	4.000	.5222	.273	3.0	4.0

En resumen, en la tabla se puede interpretar que las variables para el primer supuesto teórico (1 a 5) demuestran que el alumno piensa haber adquirido satisfactoriamente el aprendizaje, obteniendo valores de entre 3.545 y 3.818 sobre la escala de 0 a 4 conforme a Likert utilizado para evaluar los activos. También, para el segundo supuesto teórico, la variable 6, demuestra que el alumno tuvo un alto grado de satisfacción, obteniendo valores de 3.909 sobre la escala de 0 a 4 ya mencionada. Finalmente para el tercer supuesto teórico (variables 7 a 13) demostraron que el alumno estuvo conforme con la estrategia didáctica, obteniendo valores de entre 3.455 y 3.636 sobre la escala. Por tanto, fue considerado que la EDAIS tuvo la aceptación esperada.

Posteriormente a la culminación del proyecto, la EDAIS con mayores adecuaciones ha tenido cabida en las asignaturas relacionadas con la Ingeniería de Software en las carreras de Ingeniería Informática e Ingeniería en Sistemas Computacionales, además se ha dado cabida a gran cantidad de estudiantes que han cursado estas materias como integrantes del Centro de Desarrollo de Software para la realización de Residencias Profesionales y Servicio Social Profesional.

CONCLUSIONES

El uso de la EDAIS provee al estudiante, mediante Web Quest, de una ruta que le permite comprender la esencia y necesidad de cada área de conocimiento de la Ingeniería de Software, comprende, mediante el aprendizaje dirigido por proyectos, que el desarrollo de software es una actividad colaborativa dirigida a resolver problemas, antes que una actividad solitaria de un mundo irreal. Mediante el uso de procesos de desarrollo se le provee el enfoque profesional que las empresas de hoy en día utilizan y orquestan con el fin de cubrir los requisitos de modelos de calidad de nivel internacional, como CMMI.

Sin lugar a dudas, la aplicación de esta estrategia o cualquier otra que aterrice la Ingeniería de Software sobre conceptos atractivos para los alumnos de carreras de carácter tecnológico, como las Web Quest, y aplique el desarrollo de proyectos para el aprendizaje del cuerpo de conocimientos requerido, así como la definición de roles que puedan trabajar en un entorno colaborativo, fundamentados en las áreas de conocimiento de modelos de calidad y con el respaldo de la experiencia de un centro de desarrollo de software, sea empresa o institución, tendrá altas posibilidades de que su alumnado reciba la formación adecuada para el correcto aprendizaje de esta disciplina.

BIBLIOGRAFÍA

- AREA MOREIRA, M. (2002). WEB QUEST. Una estrategia de aprendizaje por descubrimiento basada en el uso de Internet. *Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías, Universidad de La Laguna*.
- CARRANZA, A. Z. (2009). Metodología del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de la Ingeniería de Software. *Investigación Educativa*, 83-100.
- CASALLAS, R., DAVILA, J. I., & QUIROGA, J. P. (2002). Enseñanza de la Ingeniería de Software por procesos instrumentados. *Universidad de los Andes*.
- CMMI Product Team. (2006). *CMMI for development*. Pittsburgh: Software Engineering Institute.
- MIRELES, G. A. (2001). Aplicación del modelado de procesos en un curso de ingeniería de software. *Revista electrónica de investigación educativa*.
- QIU, M., & CHEN, L. (2010). A Problem-based Learning Approach to Teaching and Advanced Software Engineering Course. *Second International Workshop on Education Technology and Computer Science*. United States: IEEE Computer Society.

SHIM, C. Y., CHOI, M., & KIM, J. Y. (2009). Promoting Collaborative Learning in Software Engineer by Adapting the PBL Strategy. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 53.

Team Members Of The Assessment Method Integrated. (2001). *Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI), Version 1.1: Method Definition Document (CMU/SEI-2001-HB-001)*. Recuperado el 2014 de Marzo de 22, de Software Engineering Institute Digital Library:
<http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=5325>