

PROTOTYPE DEVELOPMENT AS TOOLS FOR COLLABORATIVE LEARNING IN PROJECTS ENGINEERING IN THE CONTEXT OF THE ESHE FRAMEWORK

Alfonso Cendón, J.¹; Castejón Limas, M.¹; Fernández, L.²

¹ Universidad de la Rioja, ² ROBLES

This article aims to address the analysis of a experience that is considered enriching for future career college students, emphasizing the importance of collaborative learning in current educational framework, and more specifically in the area of Project Engineering in the context of the ESHE (European Space for Higher Education). In this experiment the development of prototypes serves as a guideline for solving real problems, allowing students not only to acquire the specific skills of the subject area of Engineering Projects, but also simulate scenarios in evolving where they will have to develop their role as professionals in the different fields. This methodology has great portability to other areas in which teamwork is a value in itself.

Keywords: *Project engineering; Education; Prototypes; ESHE*

DESARROLLO DE PROTOTIPOS COMO HERRAMIENTAS PARA EL APRENDIZAJE COLABORATIVO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

El presente artículo tiene como objetivo abordar el análisis de una experiencia que se considera enriquecedora para el futuro profesional de los estudiantes universitarios, destacando la importancia del aprendizaje colaborativo en el panorama actual de la educación universitaria, y específicamente en la formación del área de Proyectos de Ingeniería en el marco del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). En esta experiencia el desarrollo de prototipos sirve como hilo conductor para la resolución de problemas reales, que permiten no solo la adquisición de las competencias específicas de las asignatura del Área de Proyectos de Ingeniería, sino también simular escenarios en constante evolución en los que se tendrán que desenvolver una vez desempeñen su labor como profesionales en los distintos ámbitos. Esta metodología tiene una gran portabilidad a otras materias en las que el trabajo en equipo sea un valor en sí mismo.

Palabras clave: *Proyectos de ingeniería; Formación; Prototipos; EEES*

Correspondencia: javier.alfonso@unileon.es. Escuela de Ingenierías Industrial e Informática, Universidad de León, Campus de Vegazana s/n. C.P. 24071. León, España.

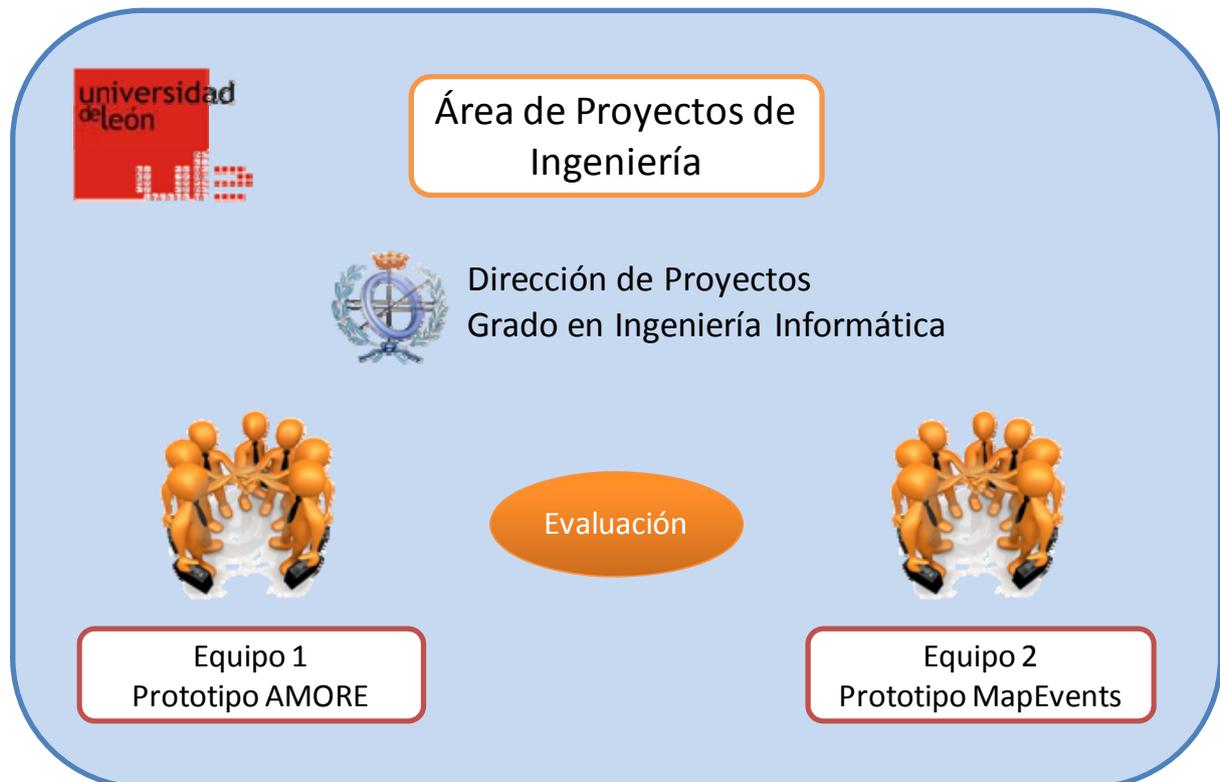
1. Introducción

La implantación del Proceso de Bolonia y la creación del Espacio Europeo de Educación Superior ha supuesto una transformación y un cambio sin precedentes, afectando a todos los miembros y estamentos de la comunidad universitaria, motivo por el que están surgiendo numerosas oportunidades alrededor de estos procesos, y que debido a sus cambios metodológicos resulta fundamental adaptarse, proponiendo nuevas experiencias que permitan enriquecer dichos procesos (González y Wagenaar, Tuning Educational Structures in Europe. Fase I, 2003) (González y Wagenaar, Tuning Educational Structures in Europe. Fase II, 2006).

Desde el Área de Proyectos de Ingeniería de la Universidad de León, que desarrolla su actividad docente en diversas titulaciones de grado de la Universidad de León se ha puesto en marcha una serie de iniciativas y proyectos piloto cuya metodología de desarrollo e hilo conductor está basado en la resolución de problemas reales mediante el desarrollo de prototipos (Lam, Cheng y Choy, 2010).

Una de estas iniciativas se desarrolló durante el primer cuatrimestre del curso 2012/2013 con alumnos de la asignatura Dirección de Proyectos del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de León, con el objetivo de favorecer al máximo el aprendizaje colaborativo e intentando que la experiencia se convirtiera en un referente para el futuro desarrollo profesional de sus participantes.

Figura 1: Esquema del proyecto piloto



Las empresas cada vez más valoran y requieren perfiles profesionales en los que las capacidades de relación, comunicación y negociación tienen un mayor peso junto con las tradiciones competencias técnicas y de gestión, por este motivo y con el objetivo de dotar a

nuestros alumnos de dichas competencias para que estén mejor preparados y para intentar que se vean afectados lo menos posible en situaciones como la actual en la que los niveles de desempleo son muy elevados, se ha considerado como fundamental incluir en su etapa de aprendizaje experiencias e iniciativas que fomenten y estimulen estas competencias, y en situaciones lo más cercanas posible a la realidad (ANECA, 2007).

Por todo ello y teniendo en cuenta que la base de esta experiencia es el desarrollo de prototipos como herramienta para el aprendizaje colaborativo se formaron dos equipos de trabajo en los que se involucraron tanto los alumnos, como los profesores de la asignatura que realizar el papel de clientes tratando de emular un entorno real de trabajo (Cobo-Benita y Ordieres-Meré, 2010).

1.1 Alcance

Desarrollar un proyecto piloto para evaluar el desarrollo de prototipos como herramientas para el aprendizaje colaborativo en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y que trabajen en equipo.

La evaluación del proyecto se realizará mediante la evaluación del grado de adquisición de competencias individuales, así como la evaluación de los equipos y la importancia que pueden tener en la adquisición de algunas competencias como la comunicación, la motivación, el liderazgo, etc (Cobo-Benita y Ordieres-Meré, 2010).

1.2 Objetivos

Los objetivos de esta experiencia piloto basada en el desarrollo de prototipos como herramienta para el aprendizaje colaborativo pueden resumirse en los siguientes:

- Analizar la capacidad de fortalecimiento de algunas competencias en entornos colaborativos.
- Establecer las bases para poder comparar los resultados de aprendizaje de esta experiencia piloto, con otras metodologías, analizando sus debilidades, sus amenazas, sus fortalezas y sus oportunidades, así como las lecciones aprendidas.

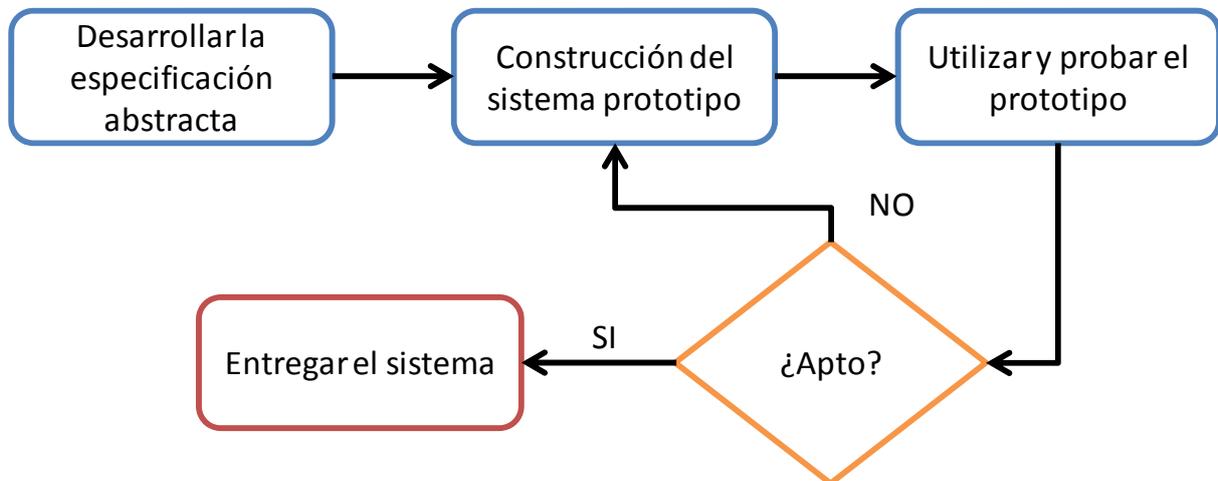
2. Los prototipos

De acuerdo con la definición de la R.A.E. (Real Academia Española) (R.A.E., 2001), un prototipo es (1.m.) “un ejemplar original o un primer molde en que se fabrica una figura o una cosa”, o (2.m.) “ejemplar más perfecto y modelo de una virtud, vicio o cualidad” aunque en este caso en concreto nos vamos a centrar en una visión orientada a los proyectos de Ingeniería del Software, ámbito en el que se ha desarrollado esta experiencia y en el que este tipo de aproximación cobra vital importancia al no tener totalmente identificados los requisitos del proyecto y al no estar seguros de las características finales del mismo .

La definición de prototipos más acorde con este proyecto es la establecida por Sommerville (Sommerville, 2010) “un prototipo es una versión inicial de un sistema de software que se utiliza para demostrar los conceptos, probar las opciones de diseño y entender mejor el problema y su solución”.

La metodología elegida para llevar a cabo el desarrollo de los prototipos en esta experiencia piloto es la de “Prototipos Evolutivos”, que consiste en la entrega a los usuarios finales de un sistema funcionando, a partir del cual se van realizando pruebas y perfilando las especificaciones hasta obtener un prototipo óptimo (Sommerville, 2010) (Pressman, 2010).

Figura 2: Desarrollo de prototipos evolutivos



Una vez contextualizada la forma en la que se desarrollaran los prototipos pasaremos a definir el proyecto piloto en el que se demostrará su utilidad como herramienta para el aprendizaje colaborativo en el marco del Área de Proyectos de Ingeniería, y específicamente de la titulación de Grado en Ingeniería Informática.

3. Proyecto piloto de desarrollo de prototipos como herramienta para el aprendizaje colaborativo

Tal y como se adelantó anteriormente para poder comprobar el impacto del desarrollo de prototipos en entornos colaborativos se puso en marcha un proyecto piloto entre los alumnos de la asignatura de Dirección de Proyectos del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de León, para ello se dividió a dichos alumnos en dos equipos de trabajo de treinta y dos miembros cada uno (Cobo-Benita y Ordieres-Meré, 2010).

A cada uno de esos equipos se le asignó un problema real, indicándoles que debían de resolverlo mediante el desarrollo de prototipos evolutivos y siguiendo la metodología de dirección de proyectos vista en clase basada en lo establecido en el PMBOK (Project Management Body of Knowledge) del PMI (Project Management Institute) (PMI, 2013).

Al equipo 1 se le asignó el prototipo "AMORE" que consiste en el desarrollo de una librería para el entrenamiento y simulación de redes neuronales y al equipo 2 se le asignó el prototipo "MapEvents" que consiste en el desarrollo de un correlador y un gestor de eventos con geo-localización en el ámbito de la Universidad de León (Choner, Gorbet, Taylor y Spencer, 2007). Ambos proyectos fueron planificados previamente para que tuvieran una carga de trabajo similar.

Para poder evaluar el impacto del desarrollo de estos proyectos basados en un enfoque orientado a prototipos, con experiencias previas en las que no se utilizaba esta metodología, aunque también se buscaban herramientas y técnicas para favorecer el aprendizaje colaborativo, se decidió realizar una comparativa basada en la monitorización de los mismos elementos que en estudios anteriores (Catalunya, Guía para la evaluación de competencias en el área de ingeniería y arquitectura, 2009) (Catalunya, Guía para la evaluación de competencias en los trabajos fin de grado y de máster en las Ingenierías, 2009) (Lam, Cheng y Choy, 2010) (Choner, Gorbet, Taylor y Spencer, 2007).

3.1 Elementos a monitorizar

- Carga real de trabajo (estimada por el docente, y declarada por el grupo a través de los sistemas de información).
- Capacidad para organizar el trabajo con una visión evolutiva del fin.
- Capacidad de crítica positiva y constructiva, así como de valoración del trabajo de los compañeros.
- Competencias adquiridas (estimadas mediante encuesta directa).

3.2 Instrumentos de monitorización

Los instrumentos utilizados como fuentes de información para la valoración de la experiencia fueron (Catalunya, Guía para la evaluación de competencias en el área de ingeniería y arquitectura, 2009) (Catalunya, Guía para la evaluación de competencias en los trabajos fin de grado y de máster en las Ingenierías, 2009):

- Partes de horas de trabajo semanales.
- Encuestas de desarrollo de equipo.
- Actas e informes de seguimiento realizados por los directores del proyecto.
- Observación de los docentes.
- Calidad de los trabajos técnicos desarrollados.
- Aspectos de gestión y habilidades adquiridas y su puesta en marcha.
- Presentación pública de la solución.
- Opinión de los propios estudiantes sobre el significado que para su formación tiene la experiencia.

3.3 Competencias a evaluar

Competencias específicas y transversales (Castejón y Alfonso, 2012):

- Capacidad de concebir, diseñar e implementar proyectos.
- Capacidad para negociar de manera eficaz.

Instrumentales:

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organización y planificación
- Comunicación oral y escrita
- Habilidades de gestión de la información
- Resolución de problemas
- Toma de decisiones

Interpersonales (Choner, Gorbet, Taylor y Spencer, 2007):

- Capacidad de crítica y autocrítica.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinares.

- Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.

Sistémicas

- Diseño y gestión de proyectos
- Liderazgo
- Adaptación a nuevas situaciones
- Iniciativa y espíritu emprendedor

A continuación se muestra un ejemplo de una rúbrica para evaluar competencias (Castejón y Alfonso, 2012).

Tabla 1: Rúbrica para evaluar la competencia “Toma de decisiones”

Competencia	Indicador	Grado de logro mínimo	Grado de logro deseable	Grado de logro excelente
Toma de decisiones	Identificar y exponer las diferentes alternativas de solución	Algunas alternativas de solución propuestas son concretas y se ajustan al problema a resolver.	Las alternativas de solución propuestas son concretas, pero no todas son relevantes o tienen relación con el tema.	Las alternativas de solución propuestas son concretas y se ajustan al problema a resolver.
	Evaluar las posibles soluciones de acuerdo con un conjunto de criterios	Explica los criterios con los que se evalúan las diferentes alternativas, pero no incluye algunos de los más relevantes.	Explica los criterios con los que se evalúan las diferentes alternativas, pero no indica a qué características de las mismas se ha dado más importancia.	Explica los criterios con los que se evalúan las diferentes alternativas, indicando a qué características de las mismas se ha dado más importancia.

3.3 Acciones de evaluación e indicadores a evaluar

Entrega de la EDP (Castejón y Alfonso, 2012):

- Identificar las partes fundamentales del proyecto, desarrollando una estructura jerárquica que las describa y que visualice las relaciones entre ellas.
- Identificar los conocimientos implicados en la base de la resolución del proyecto, tanto los propios de la disciplina como los ajenos a ésta.
- Valorar la importancia relativa de cada una de las partes del proyecto y de los conocimientos implicados.
- Interacción con personas procedentes de otros ámbitos.
- Definir los objetivos y el alcance del proyecto.

Reuniones semanales de seguimiento:

- Escoger las metodologías más adecuadas para analizar, diseñar e implementar el proyecto.

- Analizar, diseñar e implementar el proyecto de acuerdo con las metodologías más adecuadas.
- Realización de una planificación (GANTT o similar).
- Seguimiento del desarrollo del proyecto, identificando y analizando las desviaciones detectadas.
- Grado de cumplimiento final de la planificación inicial, analizando las causas y consecuencias de las desviaciones eventuales.
- Explicar ideas y conceptos de forma comprensible.
- Utilizar el vocabulario adecuado en cada circunstancia.
- Escribir clara y correctamente.
- Documentar adecuadamente los trabajos.
- Emplear las TIC para promover el análisis de información junto con fuentes externas.
- Identificar y exponer las diferentes alternativas de solución.
- Evaluar las posibles soluciones de acuerdo con un conjunto de criterios.
- Saber evaluar la adecuada ejecución del trabajo propio y ajeno.
- Asistir a las actividades programadas por el equipo.
- Puntualidad.
- Contribución en las actividades colaborativas.
- Actitud al comunicar.
- Implicación en el grupo de trabajo.
- Participación de las partes externas.
- Interacción con personas procedentes de otros ámbitos.
- Comprensión del lenguaje y nomenclatura utilizados en otras disciplinas.
- Coordinar y planificar los recursos disponibles.
- Controlar el avance de los trabajos.
- Influir y estimular al resto del equipo.
- Extender estas habilidades a organizaciones situadas en lugares distintos.
- Idear y emprender actividades.

Cambio del alcance por parte del cliente:

- Flexibilidad y capacidad para responder rápidamente a situaciones cambiantes.

Entrega de la documentación final.

- Dar una solución al proyecto planteado que sea realizable.
- Identificar y exponer las diferentes alternativas de solución.
- Evaluar las posibles soluciones de acuerdo con un conjunto de criterios.
- Aplicar correctamente los conocimientos teóricos.
- Justificar y argumentar el proceso de resolución.

- Corrección en los resultados.
- Encontrar y utilizar fuentes de información adecuadas.
- Sintetizar la información obtenida y los conocimientos propios en una visión global y estructurada del “estado del arte” del tema del proyecto.
- Evaluar los resultados del proyecto comparándolos con resultados similares procedentes de fuentes externas e identificar las contribuciones nuevas del proyecto al conocimiento actual sobre el tema.
- Explicar ideas y conceptos de forma comprensible.
- Escribir clara y correctamente.
- Documentar adecuadamente sus trabajos.

Defensa pública del proyecto.

- Explicar ideas y conceptos de forma comprensible.
- Utilizar el vocabulario adecuado en cada circunstancia. Hacer uso adecuado del léxico técnico.
- Comprensión del lenguaje, y nomenclatura utilizados en otras disciplinas.
- Mostrar empatía con la audiencia, mirar a la audiencia, utilizar el tono de voz y volumen adecuados.

3.4 Resultados

Una vez analizados los resultados obtenidos en cada uno de los proyectos, tomando como referencia los elementos de monitorización detallados anteriormente se observó una notable diferencia entre los resultados obtenidos en los dos equipos de proyecto de esta experiencia. Por un lado el equipo que desarrolló el prototipo “AMORE” obtuvo una puntuación media de 6 sobre 10 en el grado de adquisición de competencias, cumplieron el 60% de los objetivos del proyecto, y obtuvieron una puntuación de 5 puntos sobre 10 en la evaluación de la experiencia desarrollada, y por otro lado el equipo que desarrolló el prototipo “MapEvents” obtuvo una puntuación media de 8,5 puntos sobre 10 en el grado de adquisición de competencias, cumplieron con el 90% de los objetivos del proyecto y obtuvieron una puntuación de 8,5 puntos sobre 10 en la evaluación de la experiencia desarrollada.

Esta gran diferencia entre ambos equipos fue debida a que aunque la carga de trabajo fue similar en ambos proyectos, el nivel de abstracción del proyecto “AMORE” con respecto al proyecto “MapEvents” dificultó mucho el desarrollo inicial del proyecto, acumulando numerosos retrasos, circunstancia que resultó crucial en la evolución final del proyecto y en el cumplimiento de sus objetivos. Por este motivo se tomó la decisión de comparar únicamente los resultados del proyecto “MapEvents” con resultados de proyectos anteriores.

El resultado en términos globales de la comparación entre proyectos anteriores cuyo objetivo era también favorecer el aprendizaje colaborativo, y este proyecto piloto basado en el desarrollo de prototipos supuso una mejora notable por un lado en el grado de adquisición de competencias por parte de los estudiantes y por otro en su percepción del nivel de preparación para su futura incorporación al mercado laboral, aunque reconocieron que los niveles de esfuerzo empleados fueron muy superiores a los empleados en experiencias previas de desarrollo de proyectos.

4. Conclusiones

Como conclusión destacar la importancia de los entornos de aprendizaje colaborativo en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior en los que se usa la resolución conjunta de retos y problemas como instrumento conductor para la adquisición de competencias en entornos de trabajo reales, ya que las destrezas que adquieren así los alumnos suponen una ventaja competitiva importante a la hora de incorporarse al mercado laboral.

Señalar también que aunque esta experiencia piloto no haya arrojado unos resultados a nivel global totalmente concluyentes a la hora de determinar la calidad de la aportación de las metodologías de desarrollo de prototipos como herramientas para el aprendizaje colaborativo, en comparación con otras metodologías como por ejemplo las basadas en el uso de redes sociales, los resultados específicos de este proyecto piloto han sido muy satisfactorios.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto DPI2012-36166 del Gobierno de España y por el proyecto Europeo ASASEC con referencia HOME/2010/ISEC/AG/043.

6. Referencias

- ANECA. (2007). Proyecto Reflex. Informe ejecutivo. El profesional flexible en la sociedad del conocimiento. [Recuperado 17 abril 2013]. Disponible en http://www.aneca.es/media/151847/infor-meejecutivoaneca_jornadasreflexv20.pdf
- Castejón, M., Alfonso, J. (2012). PBL (Project Based Learning) en entornos colaborativos virtuales en el contexto de EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). Universidad de León.
- Catalunya, A. p. (2009). Guía para la evaluación de competencias en el área de ingeniería y arquitectura.
- Catalunya, A. p. (2009). Guía para la evaluación de competencias en los trabajos fin de grado y de máster en las Ingenierías.
- Cobo-Benita, J.R., Ordieres-Meré, J. (2010). Learning by doing in Project Management: Acquiring skills through an interdisciplinary model. IEEE EDUCON Conference.
- González, J., & Wagenaar, R. (2003). Tuning Educational Structures in Europe. Fase I. Universidad de Deusto.
- González, J., & Wagenaar, R. (2006). Tuning Educational Structures in Europe. Fase II. Universidad de Deusto.
- Lam, S.F., Cheng RWY, Choy HC. (2010). School support and teacher motivation to implement project-based learning. Learning and Instruction.
- PMI. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). Project Management Institute.
- Pressman, R. (2010). Ingeniería del Software (7ª Edición ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- R.A.E. (2001). Diccionario de la Lengua Española. R.A.E.
- Schoner, V., Gorbet, R.B., Taylor, B., Spencer, G. (2007). Using cross-disciplinary collaboration to encourage transformative learning. IEEE Frontiers in Education.
- Sommerville, I. (2010). Software Engineering. Boston: Pearson Education Inc.