

Desarrollo de competencias mediante la creación de una herramienta de soporte al PSP.

Ángel García Crespo, Ricardo Colomo Palacios, Antonio Amescua Seco

Dpto. de Informática

Universidad de Carlos III de Madrid

28911 Leganés (Madrid)

e-mail: {angel.garcia, ricardo.colomo, antonio.amescua}@uc3m.es

Resumen

El Proceso de Software Personal (PSP) fue diseñado a partir de prácticas y principios de calidad aplicados al trabajo individual del ingeniero de software. Inicialmente, tanto profesionales como estudiantes de primeros cursos de la titulación informática fueron instruidos en el proceso. Este artículo describe la enseñanza de PSP en un curso de segundo ciclo de Ingeniería Informática, y cómo, la construcción de una herramienta de apoyo al proceso, además de ser la base para el desarrollo de competencias consideradas clave para el trabajo del ingeniero de software, soporta, simplifica y aumenta la efectividad en la docencia de este tipo de mejoras del proceso software.

1. Introducción

Tras la identificación de la crisis del software, y la posterior redefinición de la crisis como aflicción o enfermedad crónica [17], se han establecido una serie de elementos [21] que se consideran claves para la Ingeniería del Software: Producto, Proceso de desarrollo y Personal. Centrándonos en este último aspecto, los titulados en Informática, que constituyen el 40% de los desarrolladores de software [16], no están capacitados para incorporarse con plenas garantías a equipos de desarrollo de software inmediatamente después de la finalización de sus estudios, necesitando formación de postgrado para cubrir sus deficiencias competenciales. Las organizaciones detectan la falta de sintonía entre los programas universitarios de Informática y sus resultados plasmados en competencias de los titulados, y reaccionan creando sus propias “universidades de empresa” con el objeto de

cubrir las carencias de formación práctica de sus empleados [16].

En los puntos siguientes se aborda la iniciativa, basada en la enseñanza del PSP combinada con la realización de un proyecto práctico, que se ha puesto en marcha con el objetivo de formar diversas competencias que se consideran cruciales para el profesional del desarrollo de software.

El PSP muestra cómo planificar y revisar el trabajo con el objeto de medir la efectividad del trabajo e identificar los puntos fuertes y débiles de la labor de desarrollo de software. La combinación de la enseñanza del PSP, conjuntamente con su empleo en un proyecto grupal de desarrollo de software encaminado a la obtención de una herramienta que soporte el proceso, representa una interesante oportunidad para el desarrollo de las competencias que demanda la industria, y que, en muchos casos los egresados no presentan de forma aceptable.

Trabajo en equipo, capacidad de organización y planificación, comunicación oral y escrita, liderazgo, y preocupación por la calidad y el propio conocimiento técnico inherente al empleo de herramientas de desarrollo de software y de mejoramiento del mismo, como es el propio PSP, son algunas de las competencias que se desarrollan durante la asignatura, y que, el alumno aprende a valorar y mejorar.

El resto del trabajo está estructurado en los siguientes apartados: La sección 2 sintetiza el Proceso de Software Personal, su enseñanza universitaria y las herramientas disponibles de soporte al proceso, la sección 3 contiene el nivel competencial requerido a los titulados de informática que se desprende del análisis del esfuerzo curricular español, seguidamente se describe la asignatura “Desarrollo de Sistemas de

Información Corporativos” sobre la que se ha desarrollado el programa docente que se expone en este artículo, la sección 5 presenta la herramienta hipermedia de soporte al PSP desarrollada como proyecto de la asignatura, la sexta sección resume las principales opiniones de los estudiantes sobre el uso de PSP. En la sección octava se recogen las competencias generales y técnicas desarrolladas a lo largo de la asignatura y, por último, la sección 8 expone las principales conclusiones y trabajos futuros.

2. El Proceso de Software Personal

2.1. Origen y Objetivos.

El proceso de Software Personal (PSP) fue creado por Watts Humphrey [10] en el *Software Engineering Institute* de la *Universidad Carnegie Mellon* para ayudar a los ingenieros de software a adquirir prácticas disciplinadas y efectivas para la codificación de programas. El desarrollo comenzó en 1989 cuando se empezó a requerir la aplicación del *Capability Maturity Model* (CMM) a proyectos pequeños. CMM y PSP se complementan, ya que con PSP, se ponen en práctica 12 de las 18 Áreas de Proceso Clave de CMM [8]. El PSP constituye una aproximación “Bottom-up” a la mejora del proceso [11].

Para alcanzar el éxito profesional, los ingenieros de software han de producir de forma regular programas de alta calidad de acuerdo con una planificación y unos costes establecidos. El PSP pretende hacer cumplir estas tres premisas fundamentales del desarrollo de software de calidad a partir de la aplicación de una serie de procedimientos para la definición de tareas, formularios para la recolección de datos y un conjunto de estándares que recogen prácticas de programación, asignación de defectos o definición del tamaño de los programas [10].

Los objetivos del PSP son ayudar a los Ingenieros de Software a:

- Conocer su rendimiento: medir su trabajo, reconocer sus puntos fuertes y aprender a mejorar sus resultados
- Comprender las variaciones en los resultados obtenidos

- Incorporar todo este conocimiento a un conjunto documentado de prácticas personales.

2.2. La Evolución del Proceso PSP.

El PSP se compone de una serie de pasos requeridos para desarrollar o mantener software. Cada paso, o nivel de madurez, incluye todos los elementos del grado anterior, junto con las adiciones propias de su nivel. A continuación describiremos los principales pasos de PSP:

El **PSP0** (Medición Personal) establece la utilización de formularios PSP para el trabajo personal con el objetivo de reunir datos que permitan establecer y contrastar el proceso de mejora.

En el **PSP1** (Planificación Personal) los ingenieros, basándose en los datos recabados anteriormente, estiman los tamaños y los tiempos de los nuevos programas.

PSP2 (Calidad Personal) aborda la gestión de defectos. Basándose en los datos sobre defectos introducidos en la codificación de los programas, se construyen y emplean listas de comprobación para el diseño y la codificación de programas.

El último nivel, **PSP3**, trata de hacer converger diferentes procesos PSP2 en un proceso cíclico para programas mayores. Cubre aspectos tales como técnicas de verificación de diseño y codificación.

2.3. La enseñanza del PSP.

Uno de los primeros usos a los que se destinó PSP fue el académico. Dentro de las 10 áreas que el cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software [3] define, PSP cubre cinco: diseño, construcción, pruebas, proceso y calidad [1]. El cuerpo de conocimiento incluso cita el PSP como una de las técnicas analíticas de medida del proceso que se abordan dentro del capítulo 9 dedicado al Proceso de la Ingeniería del Software. Paradójicamente, PSP no se cita expresamente en la guía curricular de la Ingeniería del Software, “*Software Engineering 2004*” [13], apareciendo, no obstante, el ya referido artículo “Enseñanza del PSP: Retos y lecciones aprendidas” [1] en la bibliografía de la publicación.

Diversos autores han documentado la introducción del PSP en titulaciones de grado de

Ingeniería Informática [1], [4], [14], [20], Ingeniería del Software [1] o de postgrado de Ingeniería de Software [1], [18]. Todos coinciden en afirmar la importancia de dotar al estudiante, no tanto de un conjunto de herramientas, como de un repertorio de actitudes y buenos hábitos que le permitan obtener las competencias adecuadas. Esta visión conlleva la recomendación del uso de PSP como un elemento regular dentro de los estudios, y sólo como un único curso dentro de la estructura curricular de la titulación [1].

Tradicionalmente, tanto el propio Humphrey [12], como sus prologuistas en la edición española, los profesores Hilburn, Salami y Towhidnejad [9], han abogado por la introducción de las enseñanzas de PSP en los primeros cursos de carrera, ya fuera en el primer cuatrimestre del primer curso, con resultados desiguales debidos, como señala [1] a la sobrecarga cognitiva de enseñar programación y PSP de forma simultánea, o en el segundo cuatrimestre de primer curso, con consecuencias más alentadoras, probablemente por el hecho de que el PSP es mejor entendido por estudiantes que conocen un lenguaje de programación en el que realizan sus prácticas que por aquellos que no lo conocen [11].

Un aspecto que las investigaciones docentes han puesto de manifiesto es la importancia de la motivación de los estudiantes en la introducción y enseñanza del PSP [1], [10]. Dicha motivación es aumentada por la discusión de casos reales de introducción del proceso en la industria, las posibilidades laborales que supone conocer procesos de mejora, y en concreto PSP, o la reducción drástica del tiempo de corrección de errores (tradicionalmente muy oneroso para estudiantes de primeros cursos de Ingeniería Informática) que supone la aplicación del PSP.

2.4. Herramientas de apoyo al PSP.

La naturaleza ingenieril del PSP supone la realización de tareas repetitivas adecuadas para la realización de herramientas de apoyo. Diversos autores sostienen que los errores en la recolección de datos relativos al PSP son menores si se dispone de una herramienta de apoyo al proceso [4]. Generalmente el empleo de este tipo de herramientas en la docencia aumentan la motivación y el rendimiento de los estudiantes [6]. Se conocen diversas herramientas de apoyo a PSP,

bien para uso general, tales como *PSP Studio* [7] o *PSP Toolkit* [2] o bien destinadas al soporte del PSP con fines académicos [6], [19].

La herramienta de nueva creación tiene la particularidad de ser realizada, inacabada por el momento, como parte de una asignatura que tiene a PSP como una de las materias fundamentales, lo que obliga al equipo de trabajo a obtener un conocimiento profundo del proceso y supone una formación en competencias técnicas inestimable.

3. El desarrollo de competencias de los estudiantes de Ingeniería Informática.

La noción de competencia pretende mejorar la relación del sistema educativo con el productivo, con el objetivo de impulsar la adecuada formación de los profesionales. Se trata de un concepto integrador porque consiste en las aptitudes y actitudes, de modo que va más allá de componentes técnicos, los que se complementan con componentes metodológicos, participativos y personales [5]. Las competencias se pueden dividir en técnicas y generales. Estas últimas han de ser mejoradas con urgencia para los titulados en Informática [5].

La recomendación curricular auspiciada por la ANECA ha identificado un conjunto de competencias junto con sus grados de posesión en una escala Likert de 1 a 4, tal y como se recogen en la tabla 1:

Capacidad de análisis y síntesis	4
Capacidad de organización y planificación	4
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3
Conocimiento de una lengua extranjera	3
Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio	3
Capacidad de gestión de la información	3
Resolución de problemas	3
Toma de decisiones	3
Trabajo en equipo	4
Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	3
Trabajo en un contexto internacional	2
Habilidades en las relaciones interpersonales	3
Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad	2
Razonamiento crítico	3
Compromiso ético	3
Aprendizaje autónomo	3
Adaptación a nuevas situaciones	3
Creatividad	3

Liderazgo	3
Conocimiento de otras culturas y costumbres	2
Iniciativa y espíritu emprendedor	3
Motivación por la calidad	4
Sensibilidad hacia temas medioambientales	2

Tabla 1. Competencias generales de los informáticos

Siguiendo las recomendaciones del Libro Blanco [5], la presente iniciativa pretende, junto al desarrollo de competencias técnicas, la formación de competencias generales, esenciales para el desempeño del puesto de trabajo de forma excelente en los entornos cambiantes de las Tecnologías de la Información de hoy en día.

4. La asignatura “Desarrollo de Sistemas de Información Corporativos”

‘Desarrollo de Sistemas de Información Corporativos’ es una asignatura optativa cuatrimestral perteneciente al cuarto curso de la titulación: Ingeniero en Informática de la Universidad Carlos III de Madrid.

La asignatura, a través de la realización de un proyecto grupal de desarrollo de software que cubra un aspecto concreto de los Sistemas de Información de una empresa introduce a los estudiantes en el uso del Proceso de Software Personal. El objetivo de la asignatura es que el alumno se familiarice, entre otros conceptos, con la mejora del proceso software a través del PSP, y durante el transcurso del proyecto obligatorio desarrolle diferentes competencias técnicas y generales relativas al trabajo de Ingeniero de Software.

La evaluación de la asignatura se realiza de forma continua. La práctica se divide en diferentes entregables que se defienden presentaciones periódicas de carácter técnico, de seguimiento o pseudo-comercial. La entrega final del sistema y de la documentación asociada al PSP se realiza, conjuntamente con una presentación final, tras concluir el periodo docente, realizando el examen únicamente aquellos alumnos que no han superado con éxito la práctica.

El curso 2004/05 ha sido el segundo año en el que se ha impartido la asignatura dentro de la titulación. Teniendo en cuenta la experiencia del año anterior, en el que algunos estudiantes abandonaban la asignatura de forma prematura debido a la carga de trabajo administrativo de

carácter repetitivo que suponía la adopción de PSP, se han diseñado un conjunto de trabajos que posibilitarán la obtención de una herramienta de soporte a la recolección y análisis de datos relativos al Proceso de Software Personal que simplifique las labores de registro y explotación de datos relativos al PSP.

El conjunto de competencias generales que se pretende desarrollar durante el transcurso de la asignatura se recogen en la tabla 2:

Capacidad de análisis y síntesis
Capacidad de organización y planificación
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa
Capacidad de gestión de la información
Trabajo en equipo
Habilidades en las relaciones interpersonales
Aprendizaje autónomo
Liderazgo
Motivación por la calidad

Tabla 2. Competencias generales que se pretenden desarrollar en la asignatura

5. La herramienta hipermedia de apoyo al PSP como proyecto de la asignatura

El soporte documental tradicional al PSP son unas hojas codificadas en Microsoft Excel que, dada su rigidez, conllevan la asunción de importantes sobrecargas de esfuerzo correspondientes a las tareas administrativas relativas a la confección de la documentación asociada al PSP. Con el objetivo de apoyar la labor docente y experimentar las diferencias que se producen entre el desarrollo de una herramienta basada en PSP y otro aplicativo convencional, se ha diseñado e implementado una herramienta que soporte un subconjunto de los formularios del Proceso de Software Personal. La herramienta ha sido desarrollada en el transcurso de la asignatura por dos grupos de cuatro alumnos que han trabajado colaborativamente para la obtención de un entorno unificado que permite introducir los datos y generar los informes correspondientes a los siguientes formularios relativos al PSP:

- Cuaderno de registro de tiempos
- Resumen Plan de Proyecto
- Cuaderno de Registro de defectos
- Listado de Programas
- Estimación del tamaño del programa

- Resumen semanal de actividades
- Análisis de datos de defectos
- Densidad de defectos
- Defectos de Diseño
- Introducción y eliminación de defectos
- Rendimiento
- Seguimiento de un proyecto.

Se ha utilizado un servidor *Internet Information Server* de Microsoft instalado sobre un sistema operativo *Microsoft Windows 2003 Server* para alojar la herramienta hipermedia que ha sido fundamentada en la tecnología *Active Server Pages* (ASP). La base de datos, a la que la aplicación se conecta utilizando tecnología ADODB, ha sido implementada de forma preliminar en Microsoft Access 2002.

6. Feedback de los estudiantes.

El feedback de los estudiantes ha sido un elemento muy importante en la asignatura. Sus opiniones eran recabadas en cada presentación tanto de las entregas parciales, como de la final. Los estudiantes valoraron positivamente el uso de PSP para el mejoramiento personal, si bien consideraron necesaria para su adopción plena la disponibilidad de herramientas para minimizar las tareas administrativas inherentes al proceso. Aquellos que usaron la herramienta desarrollada para codificar sus datos, aportaron valoraciones positivas de su uso y aplicabilidad.

A continuación se recoge un resumen de las principales aportaciones. Primeramente se resumen las principales ventajas e inconvenientes que los alumnos han expresado sobre el empleo de PSP, en segundo lugar, las ventajas que los estudiantes que han desarrollado la herramienta han encontrado en el uso de la misma como soporte para el PSP, y, por último, se resumen otras conclusiones sobre competencias generales suscitadas durante el transcurso de la asignatura.

6.1. Ventajas del uso de PSP.

- Mejora de la calidad de los desarrollos
- Mejora de la calidad de las estimaciones
- Mejora personal
- Obtención y explotación de datos históricos

6.2. Inconvenientes del uso de PSP.

- Recogida de datos era excesiva y redundante
- Excesiva dedicación a la fase postmortem.
- Mejoras obtenidas no visibles a corto plazo
- Volumen de información inmanejable en desarrollos de tamaño medio o grande
- Profusión de informes

6.3. Ventajas del uso de la herramienta.

- Reducción de la redundancia en la introducción de datos
- Mejor manejo de la información
- Realización de cálculos automáticos
- Simplificación del manejo de datos

6.4. Conclusiones sobre competencias generales

- Dificultad del trabajo en grupo
- Necesidad de la figura del líder
- Dificultad para asumir el liderazgo
- Importancia del compromiso personal con la calidad
- Mejora paulatina de su capacidad oral

7. Mejora en las competencias de los estudiantes.

7.1. Competencias técnicas

La mejora en las capacidades de desarrollo de programas fruto de la adopción del PSP ha sido demostrada profusamente por la literatura [1], [4], [10], y corroborada por las opiniones de los alumnos durante su exposición de las ventajas del uso del PSP. El desarrollo de la herramienta como trabajo de la asignatura ha propiciado un dato comparativo entre los grupos que la han construido y los que han realizado otros desarrollos. Primeramente el dato de LOC/Hora para los participantes en los proyectos de desarrollo de la herramienta se ha situado en 102, mientras que para el resto de los alumnos del curso se sitúa en 89 LOC/Hora. Una segunda métrica que se considera esperanzadora es el mayor rendimiento (entendido como el porcentaje

de defectos que se detectan por parte de los programadores antes de la compilación sobre el total de defectos) que demuestran los estudiantes del primer grupo, 37%, frente al 31% de los alumnos del segundo grupo.

Esta circunstancia confirma una cuestión determinante para el éxito de la docencia del PSP: la implantación del proceso en proyectos de herramientas de apoyo al PSP supone un mejor aprovechamiento del mismo. Este hecho puede ser propiciado por el hecho de que el alumno que realiza la implementación de la herramienta debe conocer funcionalmente de forma correcta el proceso y, por una parte, se concientiza de la importancia del PSP y es más productivo en las fases postmortem, y por otra, es más cuidadoso y efectivo en las fases de diseño y, sobre todo, de revisión de código.

7.2. Competencias generales

La formación de competencias generales ha sido valorada positivamente por los estudiantes. Algunas de las competencias que se pretendían desarrollar mediante la asignatura, como son capacidad de análisis y síntesis, capacidad de organización y planificación, capacidad de gestión de la información y motivación por la calidad se desarrollan de forma muy evidente mediante una aplicación correcta de PSP debido a sus características intrínsecas. Los integrantes de los grupos encargados de confeccionar la herramienta de apoyo al PSP han valorado en mayor medida su compromiso con la calidad que aquellos que han participado en otro tipo de proyectos.

Otras competencias generales, entre las que están la comunicación oral y escrita en la lengua nativa (que los estudiantes reconocen mejorada en sus valoraciones), trabajo en equipo, habilidades en las relaciones interpersonales y liderazgo han sido desarrolladas en el transcurso del proyecto por todos los estudiantes. Los alumnos tuvieron libertad para escoger la forma de gobierno del proyecto en el que estaban embarcados. En este último aspecto, se quiere poner de manifiesto que primeramente todos los grupos se decantaron por una organización pseudo anárquica, pero debido a la presión de las fechas y la corta duración de los equipos, acabaron por adoptar el organigrama Descentralizado controlado o Centralizado controlado [15], donde el papel de líder hiciera

posible el control más certero de entregas y tiempos.

En lo que a Aprendizaje autónomo se refiere, se han encontrado diferencias entre los grupos que han desarrollado la herramienta de soporte al PSP y aquellos que han llevado a cabo desarrollos convencionales relacionados con otros aspectos de la gestión empresarial. Los primeros han valorado como muy positiva la necesidad de conocer mediante aprendizaje sin supervisión los mecanismos que rigen el PSP, y que les ha llevado a estudiar con mayor profundidad el método, proporcionándoles adicionalmente un mayor nivel de competencia técnica.

8. Conclusiones

La realización de un proyecto completo de desarrollo de software supone un aliciente para el estudiante de Ingeniería Informática y le permite poner en práctica sus conocimientos de forma que se vean plasmados en un producto de cierta envergadura, y realizado en su totalidad durante el transcurso de la asignatura. El temario de la citada asignatura permite el desarrollo efectivo de competencias técnicas y generales de forma tangible.

En lo que respecta a las primeras, las competencias técnicas, tradicionalmente mejoradas a partir de la aplicación de PSP, se ven incrementadas aún más mediante el desarrollo de una aplicación que tiene por objeto la construcción de una herramienta de apoyo al PSP. En lo tocante a las competencias generales, necesitadas de una mejora urgente para los Ingenieros Informáticos, la aplicación del PSP en un proyecto desarrollo grupal de tamaño considerable, y en especial el desarrollo de una herramienta de soporte al mismo, y su posterior uso, constituye un catalizador para la formación competencial de los estudiantes, como se ha reflejado en este artículo.

Como parte de los trabajos futuros se propone, por un lado, la ampliación de las funcionalidades de la herramienta desarrollada, con el propósito de dar cabida a la totalidad de los informes que se recogen en la versión educativa de PSP, y por otro, la experimentación sistematizada con los grupos de desarrollo de la herramienta de soporte contrastada con otros grupos de desarrollo, con el objeto de encontrar más datos que soporten las

mejoras detectadas en el aprendizaje del PSP por parte de los primeros. Adicionalmente, y, en el plano del desarrollo de competencias se propone la sistematización del proceso de medida de los resultados competenciales de los participantes en la asignatura mediante la creación de un entorno capaz de recabar la información de diversos grupos y procesarla con el objeto de servir de base para documentar el proceso de desarrollo competencial de los alumnos.

Referencias

- [1] Börstler, J. et al “*Teaching PSP: Challenges and Lessons Learned*”. IEEE Software. Septiembre-Octubre. 2002.
- [2] Börstler, J. UPSP Introduction. <http://www.cs.umu.se/~jubo/UPSP>. 2000.
- [3] Bourque, P. (Editor) “*Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. 2004 Version*”, IEEE Computer Society. 2004
- [4] Carrington, D.; McEniery, B. & Johnston, D. “*PSP in the Large Class*”. 14th Conference on Software Engineering Education and Training, Charlotte, North Carolina. 2001.
- [5] Casanovas, J. et al “*Libro Blanco sobre las titulaciones universitarias de informática en el nuevo espacio europeo de educación superior*”, ANECA, 2004.
- [6] Dick, M et al “*Teaching Tools for Software Engineering Education*”. Proceedings of the 5th annual SIGCSE / SIGCUE ITiCSE conference on Innovation and technology in computer science education. Helsinki, Finlandia. 2000.
- [7] ETSU Design Studio. PSP Studio. <http://www.cs.etsu.edu/psp/>. 1999.
- [8] Ferguson, P. et al “*Results of Applying the Personal Software Process*”. Software Magazine. Mayo. 1997
- [9] Hilburn, T.B. & Towhidnejad, M “*Integrating the Personal Software Process across the Undergraduate Curriculum*”. Frontiers in Education Conference 1997 Proceedings. 1997
- [10] Humphrey, W. S., “*Introducción al Proceso de Software Personal*”, Pearson Educación, Madrid. 2001.
- [11] Humphrey, W. S., “*A Discipline for Software Engineering*”, Addison Wesley. 1995.
- [12] Humphrey, W. S., “Using a defined and measured Personal Software Process”, IEEE Software. Mayo 1996.
- [13] LeBlanc, R. & Sobel, A. “*Software Engineering 2004 Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering*”. The Joint Task Force on Computing Curricula, 2004.
- [14] Maletic, J.L.; Howald, A. & Marcus, A. “*Incorporating PSP into a Traditional Software Engineering Course: An Experience Report*”. 14th Conference on Software Engineering Education and Training, Charlotte, North Carolina. 2001.
- [15] Mantei, M. “The effect tema structures on Programing Tasks”, CACM, vol. 24, nº 3, marzo 1981, págs. 106-113. 1981.
- [16] McConnell, S., “*Professional Software Development*”, Addison-Wesley. Boston. Agosto. 2003.
- [17] Pressman, R.S. “*Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*”, McGraw Hill, 5ª Edición. Madrid. 2002.
- [18] Rosca, D. et al “*PSP-EAT. Enhancing a personal software process course*”. Frontiers in Education Conference 2001 Proceedings. 2001.
- [19] Syu, I et al “*A web-based System for Automating a Disciplined Personal Software Process (PSP)*”. 10th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET '97). Virginia. 1997.
- [20] Towhidnejad, M. & Salimi, A. “*Incorporating a Disciplined Software Development Process into Introductory Computer Science Programing Courses: Initial Results*”. Frontiers in Education Conference 1996 Proceedings. 1996.
- [21] Zavala Ruiz, J.M. “*¿Por qué fracasan los proyectos software?. Un enfoque organizacional*”. Congreso Nacional de Software Libre. México. 2004.