

La implementación del software estimación de proyectos para la Ingeniería de Software: una contribución a la innovación tecnológica

The implementation of the software project estimation for software engineering, a contribution to technological innovation

Isleydi Reyes Ricardo¹(isleidisrr@ult.edu.cu) <https://orcid.org/0000-0002-9467-8327>

Dayana de la Caridad Rivero Hernández² (dayanarh@ult.edu.cu) <https://orcid.org/0000-0001-6683-8517>

Resumen

El artículo trata los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) desde la utilización secuencial del software educativo en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes universitarios que constituye una modificación de la enseñanza empleada en la Universidad de Las Tunas y en muchas instituciones de la Enseñanza Superior en Cuba. Con la realización del presente trabajo se espera proporcionar una visión del funcionamiento del método utilizado en el desarrollo de un software educativo para su utilización en la asignatura Ingeniería de Software de la carrera de Ingeniería Informática, que facilite el proceso de enseñanza aprendizaje de la estimación de proyectos por Puntos de Casos de Usos.

Palabras claves: Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), Software educativo, Ingeniería de Software.

Abstract

The article treats the studies of Science, Technology and Society (CTS) from the sequential use of the educational software in the process of the university students' teaching learning that constitutes a modification of the teaching used in the University of The Tunas and in many institutions of the Higher education in Cuba. With the realization of the present work it is hoped to provide a vision of the operation of the method used in the development of an educational software for their use in the subject Engineering of Software of the career of Computer Engineering that facilitates the process of teaching learning of the estimate of projects for Points of Cases of Uses.

Key words: Science, Technology and Society (CTS), Educational Software, Software Engineering.

Actualmente los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) constituyen un importante espacio de trabajo en la investigación y la educación. La introducción de nuevos procedimientos y tecnologías en la educación debe analizarse desde la

¹Máster en Ingeniería de software e Inteligencia Artificial. Profesora Asistente. Universidad de Las Tunas. Cuba.

²Máster en Informática Aplicada. Profesora Auxiliar. Universidad de Las Tunas. Cuba.

perspectiva de los estudios de CTS porque requiere de un sustento científico-tecnológico y tiene que cumplir, entre otros, con los requisitos éticos de aplicabilidad a los seres humanos. La utilización secuencial del software educativo en el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes universitarios, constituye una modificación de la enseñanza empleada en la Universidad de Las Tunas y en muchas instituciones de la Enseñanza Superior en Cuba.

... sin lugar a dudas, los alumnos presentan insuficiencias en los conocimientos y en el dominio de habilidades, así como en los procedimientos para aprender, por lo que el nivel de conocimientos alcanzados por estos es un problema aún no resuelto en Cuba, ni en muchos lugares del mundo. Ello evidencia la necesidad de buscar nuevos procedimientos, métodos y formas de enseñanza que propicien un aprendizaje que cada día sea más efectivo, eficaz e integral. (López, 2018, p. 2)

La introducción de cualquier modificación tecnológica con buenos resultados en la Enseñanza Superior, condiciona un salto de calidad en la misma. El presente trabajo tiene como objetivo ofrecer una reflexión sobre los pilares científicos, tecnológicos y sociales que sustentan la aplicación de un nuevo Software Educativo con el uso de varios de sus módulos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la temática de estimación de proyectos para los estudiantes del 3er año de la Carrera de Ingeniería Informática del Curso Regular Diurno.

Sin embargo, en la actualidad no todas las instituciones educativas del país mantienen una producción científica estable y acorde con las necesidades y problemas sociales a resolver, lo que constituye una limitación para el desarrollo del proceso social descrito.

En un contexto con recursos económicos limitados, resulta importante para las administraciones de la educación superior considerar las potencialidades del uso de los Software Educativos y estimular el desarrollo de este tipo de proyectos que generan un mayor beneficio al aprendizaje de los estudiantes sin costo para la institución.

“En el campo de la educación con las actuales condiciones de investigación y desarrollo, la ciencia y la tecnología no pueden estar limitadas a los grandes centros de investigación, deben estar presentes en todas las instituciones” (Lozano, Saavedra y Fernández, 2011, p. 2). “Es por ello que la aplicación de nuevos protocolos, guías, y tecnologías que resuelvan un problema científico identificado en cualquier institución educativa con buenos resultados, ambientales, económicos y sociales resulta imprescindible” (Bueno, 2015, p. 3).

Esta tendencia tecnológica ha favorecido al surgimiento del software educativo para apoyar metodologías activas de aprendizaje, lo que posibilita que aumente la motivación por parte del alumno para el aprendizaje de los contenidos recibidos en las diferentes materias. Bajo esta perspectiva desde hace varios años ha existido un creciente desarrollo de disímiles productos computacionales destinados a estimular y a apoyar el desarrollo de un aprendizaje activo y constructivo, que en conjunto con una estrategia de trabajo colaborativo, se revierten en actividades y proyectos de distintas

índoles, que hacen que las experiencias de los estudiantes no se centren en el aula de clase, ni en la vida misma de la institución educativa.

Actualmente, en la Universidad de Las Tunas, específicamente en la Facultad de Ciencias Técnicas y Agropecuarias, por ser una institución joven, se tiene un aseguramiento limitado de objetos dedicados al aprendizaje, principalmente en el empleo de software educativo, como medio didáctico para facilitar el proceso de aprendizaje, ofreciéndole al estudiante un ambiente propicio para la construcción del conocimiento.

En la asignatura de Ingeniería de Software son empleados diferentes softwares para fortalecer el aprendizaje, específicamente en lo referente al modelado de las aplicaciones; por ejemplo el Rational Rose, herramienta líder en el mundo de modelación visual para el proceso de modelación del negocio, análisis de requerimientos y diseño de arquitectura de componentes. Sin embargo, al impartir la estimación de proyectos por puntos de casos de usos como parte del contenido referente a la estimación de proyectos, no se cuenta con una herramienta para apoyar su aprendizaje en los estudiantes o para facilitar la explicación por parte del profesor.

A raíz de esta situación, se propone desarrollar un software educativo dirigido a minimizar la complejidad del tema relacionado con la estimación de proyectos mediante la representación gráfica de la técnica por puntos de casos de usos, para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Ingeniería de Software.

En la ciencia y la tecnología como procesos sociales, lo que la educación científica no debería olvidar, hacia el interior de las instituciones, es la producción de conocimientos “lo que sólo puede lograrse estableciendo un conjunto de relaciones sociales intracientíficas” (Núñez, 1999, p. 23).

... estas relaciones aseguran los flujos de información imprescindibles para el trabajo científico; son sociales no sólo porque suponen la interrelación con el conocimiento social y su producto se destina al consumo social, sino porque la participación del científico en tales relaciones está influida por factores propios del contexto social en que ellos se desenvuelven: prioridades sociales, el flujo informativo, la aplicación de los conocimientos, entre otros. (Bueno y Pérez, 2012, p. 4)

La política cubana de ciencia, tecnología e innovación requiere también de un enfoque territorial y no solo sectorial o nacional. En este aspecto, nuestras universidades deben desempeñar un papel importante mediante la creación de vínculos entre las actividades de investigación e innovación y la solución de problemas que afectan la vida cotidiana del territorio. Ello sería un paso importante en el avance hacia lo que pudieran denominarse sistemas de innovación local. Deben promoverse esfuerzos orientados a desplegar sistemas locales y territoriales.

La aplicación de un Software Educativo *Estimación de Proyectos para la Ingeniería de Software* en los estudiantes de la Carrera de Ingeniería informática intenta solucionar un problema identificado dentro de una institución educativa con un marcado carácter

social relacionado con el aumento de la curva del proceso de enseñanza aprendizaje de la estimación de proyectos utilizando la Técnica de Puntos de Casos de Usos impartido en la temática de Levantamiento de Requisitos, Estimación de Proyectos y de esta forma lograr potenciar el aprendizaje de los contenidos.

Acercamiento empírico a la propuesta

La estimación mediante el análisis de Puntos de Casos de Uso es un método propuesto originalmente por Gustav Karner de Objectory AB, y posteriormente refinado por muchos otros autores (Jacobson, Booch y Rumbaugh, 2000, p. 102)

... la estimación de proyectos por Puntos de Casos de Usos, resulta un tanto complejo a los estudiantes debido a que se tienen que llevar a cabo una serie de pasos que nos darán como resultado una estimación del tiempo de desarrollo de un proyecto mediante la asignación de "pesos" a un cierto número de factores que lo afectan, para finalmente, contabilizar el tiempo total estimado para el proyecto a partir de esos factores. A continuación, se detallan los pasos a seguir para la aplicación de éste método. (Gómez, 2005, p 1.)

Cálculo de Puntos de Casos de Uso sin ajustar.

Se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{UUCP} = \text{UAW} + \text{UUCW}$$

donde,

UUCP: Puntos de Casos de Uso sin ajustar

UAW: Factor de Peso de los Actores sin ajustar

UUCW: Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar

Factor de Peso de los Actores sin ajustar (UAW)

Este valor se calcula mediante un análisis de la cantidad de Actores presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. La complejidad de los Actores se establece teniendo en cuenta en primer lugar si se trata de una persona o de otro sistema, y en segundo lugar, la forma en la que el actor interactúa con el sistema.

Los criterios se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de Actor	Descripción	Factor de Peso
Simple	Otro sistema que interactúa con el sistema a desarrollar mediante una interfaz de programación (API, Application Programming Interface)	1
Medio	Otro sistema que interactúa con el sistema a desarrollar mediante un protocolo o una interfaz basada en texto	2
Complejo	Una persona que interactúa con el sistema mediante una interfaz gráfica	3

Factor de Peso de los Casos de Uso sin ajustar (UUCW)

Este valor se calcula mediante un análisis de la cantidad de Casos de Uso presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. La complejidad de los Casos de Uso se establece teniendo en cuenta la cantidad de transacciones efectuadas en el mismo, donde una transacción se entiende como una secuencia de actividades atómica, es decir, se efectúa la secuencia de actividades completa, o no se efectúa ninguna de las actividades de la secuencia. Los criterios se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de Caso de Uso	Descripción	Factor de Peso
Simple	El Caso de Uso contiene de 1 a 3 transacciones	5
Medio	El Caso de Uso contiene de 4 a 7 transacciones	10
Complejo	El Caso de Uso contiene más de 8 transacciones	15

Cálculo de Puntos de Casos de Uso ajustados

Una vez que se tienen los Puntos de Casos de Uso sin ajustar, se debe ajustar éste valor mediante la siguiente ecuación:

$$UCP = UUCP \times TCF \times EF$$

donde,

UCP: Puntos de Casos de Uso ajustados

UUCP: Puntos de Casos de Uso sin ajustar

TCF: Factor de complejidad técnica

EF: Factor de ambiente

Factor de complejidad técnica (TCF)

Este coeficiente se calcula mediante la cuantificación de un conjunto de factores que determinan la complejidad técnica del sistema. Cada uno de los factores se cuantifica con un valor de 0 a 5, donde 0 significa un aporte irrelevante y 5 un aporte muy importante. En la siguiente tabla se muestra el significado y el peso de cada uno de éstos factores:

Factor	Descripción	Peso
T1	Sistema distribuido	2
T2	Objetivos de performance o tiempo de respuesta	1
T3	Eficiencia del usuario final	1
T4	Procesamiento interno complejo	1
T5	El código debe ser reutilizable	1
T6	Facilidad de instalación	0.5
T7	Facilidad de uso	0.5
T8	Portabilidad	2
T9	Facilidad de cambio	1
T10	Concurrencia	1
T11	Incluye objetivos especiales de seguridad	1
T12	Provee acceso directo a terceras partes	1
T13	Se requieren facilidades especiales de entrenamiento a usuarios	1

El Factor de complejidad técnica se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{TCF} = 0.6 + 0.01 \times \sum (\text{Peso}_i \times \text{Valor asignado}_i)$$

Factor de ambiente (EF)

Las habilidades y el entrenamiento del grupo involucrado en el desarrollo tienen un gran impacto en las estimaciones de tiempo. Estos factores son los que se contemplan en el cálculo del Factor de ambiente. El cálculo del mismo es similar al cálculo del Factor de complejidad técnica, es decir, se trata de un conjunto de factores que se cuantifican con valores de 0 a 5.

En la siguiente tabla se muestra el significado y el peso de cada uno de éstos factores.

Factor	Descripción	Peso
E1	Familiaridad con el modelo de proyecto utilizado	1.5
E2	Experiencia en la aplicación	0.5
E3	Experiencia en orientación a objetos	1
E4	Capacidad del analista líder	0.5
E5	Motivación	1
E6	Estabilidad de los requerimientos	2
E7	Personal part-time	-1
E8	Dificultad del lenguaje de programación	-1

Para los factores E1 al E4, un valor asignado de 0 significa sin experiencia, 3 experiencia media y 5 amplia

- experiencia (experto).
- Para el factor E5, 0 significa sin motivación para el proyecto, 3 motivación media y 5 alta motivación.
- Para el factor E6, 0 significa requerimientos extremadamente inestables, 3 estabilidad media y 5 requerimientos estables sin posibilidad de cambios.
- Para el factor E7, 0 significa que no hay personal part-time (es decir todos son full-time), 3 significa mitad y mitad, y 5 significa que todo el personal es part-time (nadie es full-time).
- Para el factor E8, 0 significa que el lenguaje de programación es fácil de usar, 3 medio y 5 que el lenguaje es extremadamente difícil.
- El Factor de ambiente se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$EF = 1.4 - 0.03 \times \Sigma (\text{Peso}_i \times \text{Valor asignado}_i)$$

De los Puntos de Casos de Uso a la estimación del esfuerzo

Se contabilizan cuántos factores de los que afectan al Factor de ambiente están por debajo del valor medio (3), para los factores E1 a E6.

Se contabilizan cuántos factores de los que afectan al Factor de ambiente están por encima del valor medio (3), para los factores E7 y E8.

Si el total es 2 o menos, se utiliza el factor de conversión 20 horas-hombre/Punto de Casos de Uso, es decir, un Punto de Caso de Uso toma 20 horas-hombre.

Si el total es 3 o 4, se utiliza el factor de conversión 28 horas-hombre/Punto de Casos de Uso, es decir, un Punto de Caso de Uso toma 28 horas-hombre.

Si el total es mayor o igual que 5, se recomienda efectuar cambios en el proyecto, ya que se considera que el riesgo de fracaso del mismo es demasiado alto.

El esfuerzo en horas-hombre viene dado por:

$$E = UCP \times CF$$

Donde,

E: esfuerzo estimado en horas-hombre

UCP: Puntos de Casos de Uso ajustados

CF: factor de conversión

Este método proporciona una estimación del esfuerzo en horas-hombre contemplando sólo el desarrollo de la funcionalidad especificada en los casos de uso.

Para una estimación más completa de la duración total del proyecto, hay que agregar a la estimación del esfuerzo obtenida por los Puntos de Casos de Uso, las estimaciones de esfuerzo de las demás actividades relacionadas con el desarrollo de software.

Para ello se puede tener en cuenta el criterio que plantea la distribución del esfuerzo entre las diferentes actividades de un proyecto, según la siguiente aproximación:

Actividad	Porcentaje
Análisis	10.00%
Diseño	20.00%
Programación	40.00%
Pruebas	15.00%
Sobrecarga (otras actividades)	15.00%

Obviamente, estos valores no son absolutos sino que pueden variar de acuerdo a las características de la organización y del proyecto. Con éste criterio, y tomando como entrada la estimación de tiempo calculada a partir de los Puntos de Casos de Uso, se pueden calcular las demás estimaciones para obtener la duración total del proyecto.

Al impartir la estimación de proyectos al tercer año de la carrera de Ingeniería Informática no se utilizan medios didácticos que refuercen el entendimiento y aprendizaje del tema, si no que el mismo se explica mediante el método tradicional de enseñanza, en la pizarra, y aun cuando la asignatura cuenta con la totalidad de sus contenidos montados en formato digital en la Plataforma Interactiva Moodle de la Universidad, los estudiantes presenten demoras significativas en la solución de

actividades prácticas y se tiene que retomar la explicación de cuestiones tratadas en Conferencia.

Al realizar una Guía de Observación, se obtuvo como resultado que los estudiantes presentan demoras significativas en la solución de los problemas, ya que los términos que se utilizan se le tornan bastante complejos así como el cálculo de los valores necesarios para llegar a la solución más acertada.

El software educativo

El Software Educativo (SE) se caracteriza por ser un medio que apoya el proceso enseñanza-aprendizaje, además de constituir un apoyo didáctico que eleve la calidad de dicho proceso; sirve como auxiliar didáctico adaptable a las características de los alumnos y las necesidades de los docentes, como guía para el desarrollo de los temas objeto de estudio; representa un eficaz recurso que motiva al alumno, despertando su interés ante nuevos conocimientos e imprime un mayor dinamismo a las clases, enriqueciéndolas y elevando así la calidad de la educación.

Al hablar de SE nos estamos refiriendo a los programas educativos o programas didácticos, conocidos también, como programas por ordenador, creados con la finalidad específica de ser utilizados para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se excluyen de este tipo de programas, todos aquellos de uso general utilizados en el ámbito empresarial que también se utilizan en los centros educativos con funciones didácticas o instrumentales como: procesadores de texto, gestores de base de datos, hojas de cálculo, editores gráficos, entre otros. (Cataldi, 2000, p.3)

El sistema propuesto, *Estimación de proyectos para la ingeniería de software*, es un software que podrá utilizarse para estimar el tiempo y esfuerzo que se emplearán en el desarrollo de un proyecto determinado.

La estimación se realizará para pequeños y grandes proyectos y podrá ejecutarse de manera automática, donde se obtendrá la estimación del esfuerzo en horas-hombre y la distribución del esfuerzo entre las diferentes actividades de un proyecto. También podrá obtenerse la estimación de manera asistida donde se interactúa con el software para la obtención de estos valores, propiciando un mayor entendimiento de cómo funciona la Estimación por Puntos de Casos de Usos.

El sistema cuenta con varios módulos, entre los que se encuentran: Ayuda, Tutorial, Automático y Asistido.

Mediante el módulo Ayuda se podrá acceder a un archivo que contribuirá a una mejor comprensión del software permitiendo un mejor trabajo dentro del mismo al hacer una descripción de los pasos a seguir para trabajar con todos y cada uno de los módulos con que cuenta.

En el módulo Tutorial se accederá a una descripción del Método con el que fue implementado el software y el algoritmo para construirlo.

Para concluir deseamos destacar que Introducir cualquier modificación educativa en el nivel de enseñanza superior tiene que ser correctamente valorado en todas sus dimensiones: científica, tecnológica y social y para ello resulta necesario una adecuada formación en los estudios de las mismas.

El desarrollo de un nuevo software educativo con todos sus módulos en la estimación de proyectos, constituye una variación de la educación convencional empleada en el departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Las Tunas, lo que le confiere su carácter científico novedoso; aumenta el aprendizaje y la promoción en la asignatura sin costo alguno de elaboración del software, puede extenderse el uso del sistema propuesto a otras universidades del país que impartan la carrera, todo lo cual le otorga importancia social y ambiental.

El presente trabajo expresa como los nuevos avances de la ciencia, adecuadamente utilizados en función de la enseñanza, constituyen los cimientos para la satisfacción de las necesidades humanas en el campo de la educación.

Referencias

- Bueno, J. C. (2015). Ciencia, tecnología y sociedad: reflexiones sobre el tratamiento antimicrobiano secuencial en la apendicitis aguda complicada. *RevHumMed*, 15(1) 10.
- Bueno, J. C. y Pérez, I. (2012). Una experiencia de la Brigada Médica Cubana en la República del Congo. La colecistectomía laparoscópica. *RevCub Salud Pública Internacional*, 3(1), 9. Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/spi/vol03_1_12/spi062013.htm
- Cataldi, Z. (2000). Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. *SEDICI*. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4055>
- Gómez, J. (2005). *Método de Estimación Puntos Casos de Uso (Use Case Points) El Laboratorio de las TIC*. Recuperado de <https://www.laboratorioti.com/tag/estimacion-y-medicion/>
- Jacobson, I., Booch, G. y Rumbaugh, J. (2000). *El Proceso Unificado de Desarrollo de software*. España: Addison-Wesley.
- López, P. (2018). Sugerencias metodológicas para el desarrollo de la habilidad de cálculo matemático en la escuela primaria. *Opuntia Brava*, 10(3). Recuperado de <http://www.opuntiabrava.rimed.cu>
- Lozano, J., Saavedra, R. M. y Fernández, N. (2011). La evaluación del impacto de los resultados científicos. Metodologías y niveles de análisis. *RevHumMed*, 11(1) 99-117. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202011000100007&lng=es
- Núñez, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana: Félix Varela.