

Uso de Juegos Serios para la Formación en los Procesos del Ciclo de Vida y Mejora del Software

Alejandro Calderón¹ y Mercedes Ruiz¹

¹ Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Cádiz.
Avenida de la Universidad de Cádiz, 10
11519 - Puerto Real (Cádiz), España.
{alejandro.calderon, mercedes.ruiz}@uca.es

Abstract. La formación en proceso de software es un tema de gran relevancia a tener en cuenta por los profesionales de la industria de la ingeniería del software en el camino hacia el desarrollo de software de calidad con éxito. Sin embargo, los estudios realizados muestran como dicha formación es altamente teórica y en la mayoría de los casos suele impartirse de forma separada a la formación en las actividades de desarrollo del software, en un entorno donde los futuros profesionales apenas adquieren experiencia práctica en la aplicación de los procesos del ciclo de vida y mejora del software. En este artículo, analizamos el uso de los juegos serios para la formación en proceso de software, y los grupos de procesos del ciclo de vida del software definidos por el estándar ISO/IEC 12207. Además, proponemos un juego serio basado en simulación para formar en dirección y gestión de proyectos software, y lo relacionamos con los procesos del estándar ISO/IEC 12207. Por último, presentamos los resultados de la evaluación realizada por expertos (n=10) sobre el uso del juego serio propuesto para la formación en proceso de software, concluyendo que su uso durante el curso ayuda a los alumnos en la adquisición de los conocimientos del proceso de software de forma práctica.

Palabras claves: Proceso de Software, ISO/IEC 12207, Juegos Serios, Formación

1 Introducción

La ingeniería del software es un área de conocimiento dentro de las Ciencias de la Computación y las Tecnologías de la Información que proporciona un conjunto de métodos, herramientas y procedimientos para el diseño, desarrollo y mantenimiento de sistemas, productos o servicios software de calidad, dentro de las limitaciones de tiempo y coste [1]. Para alcanzar este objetivo, existen estándares y normas que dan soporte a las diferentes actividades que se realizan durante todo el ciclo de vida del software, estándar ISO/IEC 15504-5 [2], y proporcionan un conjunto de procesos de software para definir estas actividades, estándar ISO/IEC 12207 [3].

En el camino del éxito del desarrollo de software de calidad, la formación que los futuros ingenieros de software reciben en el ámbito de la ingeniería del software y de

los procesos del ciclo de vida y mejora del software es un factor de gran importancia. Sin embargo, se observa como la formación en los procesos de software suele tratarse en un marco teórico basándose principalmente en el trabajo con pequeños proyectos o ejercicios de pizarra [4], donde apenas se relaciona de forma práctica con las actividades del desarrollo de software. Esto provoca que los alumnos pierdan el interés en el aprendizaje de los conocimientos de esta importante área, disminuyendo a su vez la implicación y la motivación de los mismos en el proceso de aprendizaje.

Este enfoque teórico es insuficiente para que los futuros profesionales de la ingeniería del software adquieran la experiencia necesaria con el fin de desarrollar productos o servicios software de calidad en el ámbito profesional. Es por ello, que los profesionales de la industria y reconocidas organizaciones como ACM o IEEE ponen de manifiesto la necesidad de una formación donde los alumnos adquieran sus conocimientos en un entorno práctico, donde experimenten con escenarios cercanos a la realidad profesional durante sus estudios, y donde la formación de los procesos de software, tanto práctica como teórica se traten de forma conjunta [5].

Los estudios realizados nos han permitido identificar la necesidad actual de convertir la formación en proceso de software en un tema interesante, tanto para los alumnos como para los profesionales, debido a que entre otros factores, el éxito del proceso de software depende de la formación de las personas involucradas en el desarrollo de software [6].

Los juegos serios son herramientas con el objetivo de formar a los participantes que ayudan a estos a experimentar, aprender de sus propios errores y adquirir experiencia práctica en un entorno libre de riesgos y costos. Además, los juegos serios permiten mejorar la implicación e incrementar la motivación de los alumnos en el proceso de aprendizaje [7] [8].

En este artículo, analizamos el uso de los juegos serios para la formación en los procesos del ciclo de vida y mejora del software, y describimos las características más relevantes de ProDec [9], un juego serio basado en simulación para formar y evaluar en dirección y gestión de proyectos software, relacionándolo, a su vez, con los procesos del ciclo de vida del software de la ISO/IEC 12207.

El artículo se organiza como sigue: la sección 2 expone los grupos de procesos del ciclo de vida del software definidos por el estándar ISO/IEC 12207; la sección 3 analiza la aplicación de los juegos serios para la formación en proceso de software; la sección 4 describe las características principales de ProDec y lo relaciona con los procesos del ciclo de vida del estándar ISO/IEC 12207; la sección 5 muestra los resultados de la evaluación preliminar de la idea con expertos. Por último, la sección 6 presenta las conclusiones y las líneas de trabajo futuras.

2 ISO/IEC 12207

ISO/IEC 12207 es un estándar internacional de la Ingeniería del Software que establece un marco de trabajo común para los procesos del ciclo de vida del software [3]. El estándar contiene los procesos, las actividades y las tareas que deben ser aplicadas durante la adquisición de un producto, servicio o sistema software y durante

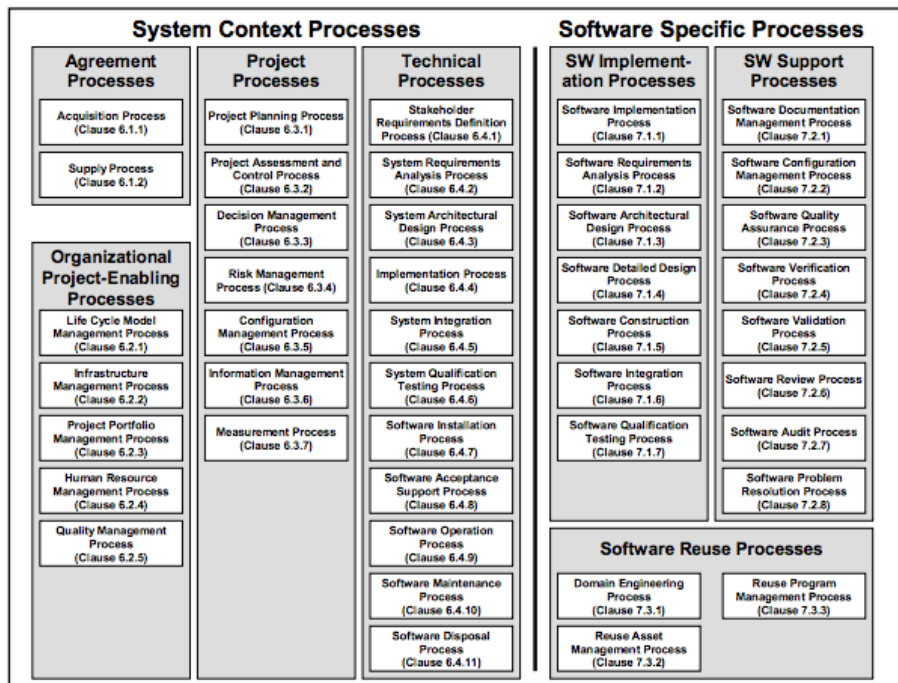


Figura 1. Procesos del ciclo de vida del software [2].

el suministro, desarrollo, operación, mantenimiento y eliminación de los productos, servicios o sistemas software. De este modo, el estándar proporciona un conjunto de procesos que abarcan todo el ciclo de vida del software desde el comienzo hasta el final del producto.

El estándar ISO/IEC 12207 define un total de 43 procesos, los cuales se dividen en siete grupos de procesos (véase Figura 1). El estándar describe el propósito de cada proceso dentro de su propio grupo y los resultados que se desean obtener con él, así como el conjunto de tareas y actividades necesarias para alcanzar dichos resultados. Estos siete grupos de procesos se clasifican a su vez en dos grupos principales referenciados por las cláusulas 6 y 7 del estándar, el cual posee una estructura compuesta por siete cláusulas y siete anexos. La cláusula 6, proporciona el contexto para tratar con un producto o servicio software de forma independiente al sistema que pertenece. Por otro lado, la cláusula 7, contiene los procesos específicos que se utilizan para el desarrollo de un producto o servicio software que forma parte de un sistema más complejo.

3 Juegos serios

Los juegos serios también llamados juegos formativos, son juegos diseñados para educar, entrenar o informar a los participantes, cuyo propósito persigue un fin más allá que la pura diversión [10]. Según Mike Zyda, podemos definir el concepto de juego serio como: “una prueba mental, de acuerdo con unas reglas específicas, que usa la diversión como modo de formación gubernamental o corporativo, con objetivos en el ámbito de la educación, sanidad, política pública y comunicación estratégica [11].”

Los juegos serios son herramientas de aprendizaje que permiten que los participantes experimenten y aprendan de sus errores. Además, permiten la adquisición de experiencia de forma segura cuando se trabaja en entornos peligrosos o de alto riesgo. El objetivo fundamental de los juegos serios es crear entornos de aprendizaje que permitan experimentar con problemas reales, en donde se pretende que el juego sirva a los participantes para experimentar y probar múltiples soluciones, explorar, descubrir la información y los nuevos conocimientos sin temor a equivocarse, pues en el juego se toman decisiones que no tienen consecuencias en el mundo real. Además, los juegos incorporan la posibilidad de ser multijugador, lo que facilita también la resolución de problemas en grupo, la colaboración, y el desarrollo de habilidades de negociación. Se aprende del juego y también de las acciones, ideas y decisiones de los demás participantes.

Por otro lado, los avances actuales en las tecnologías permiten que este tipo de juegos se desarrollen bajo múltiples plataformas de manera que proporcionan acceso y dan sentido y valor educativo al uso de los teléfonos móviles, consolas de videojuegos, los reproductores multimedia y otros dispositivos que forman parte de nuestra vida cotidiana.

Las características propias de los juegos, sus ventajas al trasladarlos al ámbito de la educación, los continuos avances en la tecnología y la necesidad de formar en el proceso de software de forma más práctica, hacen que los formadores tengan que adaptarse al uso y desarrollo de nuevas técnicas y métodos con el fin de ofrecer una enseñanza más práctica, que promueva el aprendizaje activo e interactivo y mejore la motivación en la adquisición de los conocimientos que giran en torno al proceso de software.

El análisis de la literatura realizado permite observar como a pesar de la importancia que los procesos de software tienen en el desarrollo de software de calidad, existen pocos estudios relacionados con el desarrollo de juegos serios para mejorar la educación de los futuros profesionales en el proceso de software. Entre los trabajos encontrados, destacamos los siguientes: DesignMPS [12] es un juego de ordenador diseñado para formar en el modelado del proceso de software. Problems and Programmers [4] es un juego serio basado en cartas con el fin de formar en los procesos de la ingeniería del software. Por último, Aydan, Yilmaz and O'Connor [13] proponen el desarrollo de un juego serio 3D que simule el entorno de una oficina para mejorar la aplicación de los procesos del estándar ISO/IEC 12207 en el desarrollo de software por parte de los alumnos.

Teniendo en cuenta los beneficios de los juegos serios en el ámbito de la enseñanza, nuestro propósito con este trabajo es proponer el uso de ProDec [9], un juego serio basado en simulación, para ayudar en la formación del proceso de software.

4 ProDec y el Proceso de Software

ProDec [9] es un juego serio basado en simulación para formar, evaluar y motivar en dirección y gestión de proyectos software, que permite que los alumnos adquieran experiencia práctica en un entorno libre de riesgos, y mejoren sus habilidades como líder de proyecto de cara al mundo laboral.

ProDec permite realizar dos tipos de partida: rápida o completa. En una partida rápida los jugadores pondrán en práctica sus habilidades para la toma de decisiones con el fin de completar con éxito un escenario de proyecto ya definido. Por otro lado, en una partida completa, los jugadores parten desde cero, por lo que tendrán que crear el escenario de proyecto con el que jugarán. El objetivo de ambos tipos de partidas es gestionar con éxito un proyecto software. Esto conlleva completar el proyecto dentro de los plazos de tiempo y costo planificados. Para ello, los jugadores siguen un proceso de tres etapas mediante el cual recorren diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto con el fin de completar el proyecto con éxito. Las tres etapas principales del ciclo de vida de una partida en el juego son: Inicio (E1), Ejecución (E2) y Fin (E3). En el modo de juego de partida completa, la etapa de Inicio se divide, a su vez,

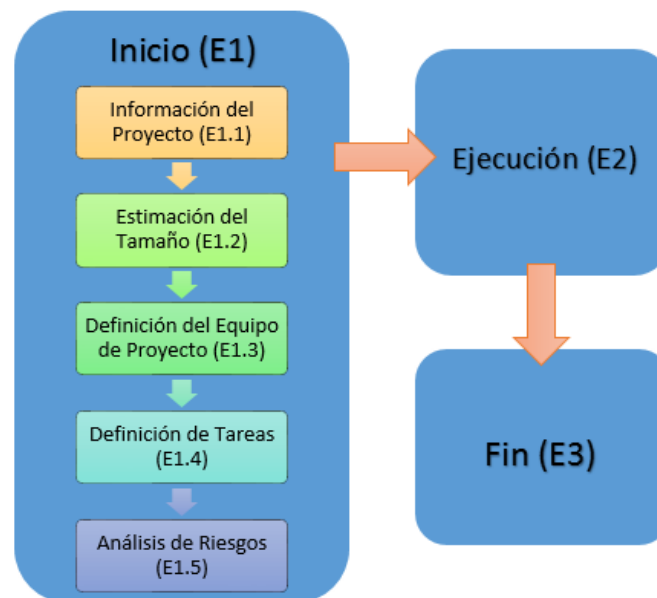


Figura 2. Etapas del Ciclo de vida de una partida.

en cinco sub-etapas secuenciales (véase Figura 2). Los jugadores, a través de estas sub-etapas de ProDec, siguen un proceso que les guía en la creación del plan de proyecto, lo que les permite establecer toda la información necesaria para crear un nuevo plan de proyecto software y poder jugar posteriormente con él, mediante la simulación de su ejecución.

En las siguientes secciones, describimos las características más relevantes de las diferentes etapas del ciclo de vida de una partida en ProDec y su relación con los procesos del ciclo de vida definidos por el estándar ISO/IEC 12207.

4.1 Inicio

La etapa de Inicio (E1), como su nombre indica, es la primera etapa del juego, a través de la cual los jugadores toman, por primera vez, contacto con ProDec. Si los jugadores eligen realizar una partida rápida, estos navegarán por los diferentes escenarios disponibles para el juego, los cuales han sido creados por los profesores, con el fin de analizarlos y evaluar las características de los proyectos presentados. En este caso, los alumnos necesitan conocer los conceptos y técnicas principales de la dirección y gestión de proyectos software y necesitan comprender la información y los datos que el juego suministra, con el fin de que puedan tener en cuenta la dificultad de los distintos escenarios de juego propuestos.

Por otro lado, si los jugadores deciden realizar una partida completa, estos comenzarán un proceso que les guiará en la creación del plan de un proyecto software. Este proceso se compone de cinco sub-etapas secuenciales mediante las cuales, los alumnos podrán suministrar todos los datos necesarios para crear un nuevo plan de proyecto, y tendrán que tomar las decisiones oportunas en todo momento con el fin de planificar el proyecto de la mejor forma posible. Por tanto, durante toda esta etapa los jugadores entran en contacto con el *proceso de planificación de proyecto* (cláusula 6.3.1) y el *proceso de gestión de decisiones* (cláusula 6.3.3) del estándar ISO/IEC 12207.

El *proceso de medición* (cláusula 6.3.7) se cubre con las sub-etapas de Información del Proyecto (E1.1) y Estimación del Tamaño (E1.2), en donde los jugadores proporcionan toda la información necesaria para calcular y establecer el tamaño de los casos de uso, con el fin de realizar la estimación del tamaño del proyecto. Mediante las sub-etapas de Definición del Equipo de Proyecto (E1.3) y Definición de Tareas (E1.4), en donde los jugadores definen los miembros del equipo que realizaran el proyecto y realizan las asignaciones del personal a las tareas, los jugadores toman contacto con el *proceso de gestión de los recursos humanos* (cláusula 6.2.4) del estándar ISO/IEC 12207.

El *proceso de gestión del modelo de ciclo de vida* (cláusula 6.2.1) y todos los procesos involucrados dentro de los *procesos técnicos* (cláusulas 6.4.x), los *procesos de implementación del software* (cláusulas 7.1.x) y los *procesos de apoyo al software* (cláusulas 7.2.x) definidos por el estándar se cubren con la sub-etapa de Definición de Tareas (E1.4), donde los jugadores tienen que definir todas las actividades y tareas necesarias para el proceso de desarrollo del proyecto. En esta etapa, los jugadores tienen que seleccionar el modelo del ciclo de vida que usaran en el desarrollo de

software, así como definir todas las tareas que se realizarán desde el inicio hasta el final del proyecto.

En la última sub-etapa de la etapa Inicio (E1) se realiza el análisis cuantitativo de los riesgos, por lo que en esta etapa los jugadores ponen en práctica sus conocimientos relacionados con el proceso de análisis de riesgos de un proyecto dando soporte, de este modo, al *proceso de gestión de riesgo* (cláusula 6.3.4) del estándar.

4.2 Ejecución

La segunda etapa del ciclo de vida de una partida consiste en la ejecución del proyecto creado o seleccionado en la etapa anterior, es decir, en la etapa de Inicio. Para llevar a cabo esta etapa, ProDec genera automáticamente el código fuente de un archivo donde se encuentran todas las ecuaciones del modelo de simulación de eventos discretos, el cual simula el proyecto descrito en la primera fase del juego. Una vez que el código fuente del modelo de simulación se ha generado, el modelo de simulación se ejecuta y los jugadores pueden comenzar la etapa de control y seguimiento del proyecto.

En esta fase, los alumnos ponen a prueba fundamentalmente dos conceptos de la gestión de proyectos software. Por un lado, ponen en práctica sus conocimientos sobre la técnica de valor conseguido (EVA) con el fin de realizar el seguimiento del proyecto. Por otro lado, los alumnos ponen a prueba sus habilidades en la toma de decisiones frente a los problemas que pueden surgir durante el desarrollo del proyecto con el fin de corregir las posibles desviaciones, que dichos problemas, producen en el desarrollo del proyecto con el objetivo de finalizar el proyecto dentro del tiempo y presupuesto planificados. Entre las decisiones de control y las actividades que los jugadores pueden necesitar realizar, podemos destacar el análisis de los indicadores de seguimiento, el control de los riesgos, y la gestión de los miembros del equipo y de las tareas, donde los jugadores podrán reorganizar el flujo de actividades o contratar/despedir a miembros del equipo de trabajo.

Por tanto, con la etapa de Ejecución (E2), ProDec permite formar en el *proceso de control y evaluación del proyecto* (cláusula 6.3.2) y permite completar la formación en el *proceso de gestión de decisiones* (cláusula 6.3.3), el *proceso de gestión de los recursos humanos* (cláusula 6.2.4), el *proceso de medición* (6.3.7) y el *proceso de gestión de riesgos* (cláusula 6.3.4) del estándar ISO/IEC 12207. En la Figura 3, se resumen los procesos del estándar ISO/IEC 12207 en relación con las etapas del ciclo de vida de una partida de ProDec. Esta relación identifica los procesos del estándar que ProDec permite enseñar a través de sus etapas dentro de una partida de juego.

4.3 Fin

La última etapa consiste en la evaluación de los alumnos. Usando la información que ProDec almacena durante el desarrollo de las partidas y los criterios de evaluación establecidos por los profesores, ProDec genera un informe de evaluación que describe los conocimientos alcanzados por los alumnos con la realización del juego. El informe

generado permite a los jugadores analizar el desarrollo de la partida realizada con el objetivo de aprender de su propia experiencia. Por lo que los alumnos pueden aprender de sus errores y analizar los eventos ocurridos a lo largo del juego para obtener nuevos conocimientos y adquirir más experiencia de cara a partidas futuras.

Por tanto, en la etapa Fin (E3) los jugadores toman contacto con el estándar ISO/IEC 33014 que proporciona una guía informativa sobre la evaluación del proceso

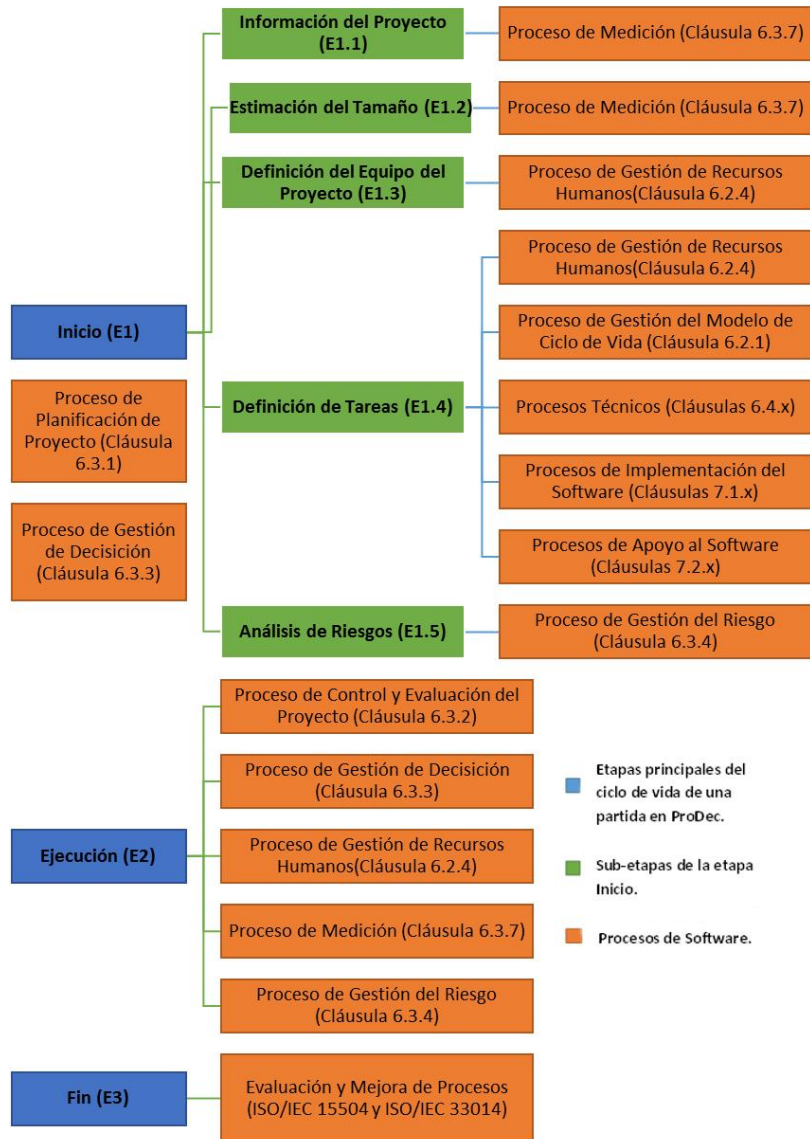


Figura 3. ProDec y los Procesos de Software.

como parte de un marco de trabajo completo y un método para llevar a cabo la mejora de procesos. Esta guía informativa permite una actividad de mejora continua [14]. Además, mediante esta última etapa, los jugadores haciendo uso de las lecciones aprendidas, también pueden tomar contacto con el estándar ISO/IEC 15504-4 que proporciona orientación sobre el uso para la mejora de procesos y la determinación de la capacidad del proceso [15].

5 Discusión

La idea de usar ProDec no sólo para formar en dirección y gestión de proyectos software, sino también para apoyar la formación del proceso de software, y su cobertura de los diferentes grupos de procesos del ciclo de vida según el estándar ISO/IEC 12207 ha sido expuesta y evaluada por diez profesores universitarios ($n = 10$), expertos en el ámbito de la formación en gestión y procesos de la ingeniería del software.

Para realizar dicho estudio se seleccionó el método Delphi, ya que funciona bien cuando se tiene como objetivo mejorar nuestra comprensión de los problemas, oportunidades y soluciones, y cuando la muestra de la población es homogénea y de tamaño pequeño [16].

Las evaluaciones de los expertos concluyen en que el uso de ProDec durante el curso puede ayudar a los alumnos en la adquisición de conocimientos prácticos en el área del proceso de software, obteniendo experiencia práctica con 33 de 43 de los subprocesos del ciclo de vida del software que el estándar ISO/IEC 12207 define. Por tanto, el uso de ProDec permite formar a los alumnos en el proceso de software, al mismo tiempo que adquieren los conocimientos necesarios de la dirección y gestión de proyectos software. Por otro lado, los expertos están de acuerdo en que ProDec sólo es una herramienta de apoyo a la formación. Esto significa que ProDec ayuda a los alumnos en la aplicación práctica de sus conocimientos y en la adquisición de experiencia en un entorno práctico, pero que necesita que los alumnos tengan conocimientos en los procesos de software antes de ser usado, los cuales deben adquirir durante el curso en las sesiones de teoría.

6 Conclusiones y Trabajos Futuros

La formación en proceso de software es un tema importante a tener en cuenta en los estudios de ingeniería del software con el fin de proporcionar una mejor formación para los futuros ingenieros de software, teniendo en cuenta al mismo tiempo que la adquisición de los conocimientos no sólo sea de forma teórica sino que se ponga especial interés en formar en la práctica profesional. Por tanto, al igual que varios autores, consideramos que el uso de juegos serios y experiencias basadas en simulación nos ayuda a formar en el área de los procesos de software de una forma práctica en un entorno libre de riesgos. ProDec, un juego basado en simulación para formar en dirección y gestión de proyectos software, puede ser usado durante el curso no sólo para formar y poner en práctica los principios de la dirección y gestión de

proyectos software, sino también para formar a los alumnos y profesionales en los procesos del ciclo de vida del software y mejora del proceso de software.

Los resultados de las opiniones de los expertos y el análisis de como ProDec cubre los procesos del ciclo de vida del software del estándar ISO/IEC 12207, nos permite asegurar que el uso de ProDec es útil para los alumnos y les ayuda a consolidar y reforzar sus conocimientos en las áreas de la dirección y gestión de proyecto software y del proceso de software.

Nuestro objetivo es crear una herramienta para dar soporte en la formación de los procesos de software que engloban la dirección y gestión de proyectos software, al mismo tiempo, que sea una herramienta para formar en los procesos del ciclo de vida del software del estándar ISO/IEC 12207. Por este motivo, estamos trabajando en incorporar nuevas características a ProDec en relación con el proceso de software y la dirección y gestión de proyecto software como la gestión de la configuración, la gestión de la calidad, etc. Además, tenemos la intención de integrar ProDec como elemento dentro de un marco de trabajo para el diseño y creación de estrategias de gamificación, con el fin de dar soporte a la formación en proceso de software, y así, promover la participación e incrementar la motivación de los alumnos en esta área del conocimiento.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco de los proyectos del Ministerio de Economía e Innovación TIN2013-46928-C3-2-R, y el proyecto TIC-195 de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía.

Referencias

- [1] W. S. Humphrey, *A Discipline for Software Engineering*, Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., 1995.
- [2] ISO/IEC, *ISO/IEC 15504-5:2012 Information technology -- Process assessment -- Part 5: An exemplar software life cycle process assessment model*, 2012.
- [3] ISO/IEC, *ISO/IEC 12207:2008 - Systems and software engineering — Software life cycle processes*, 2008.
- [4] A. Baker, E. Oh Navarro and A. Van Der Hoek, "An Experimental card game for teaching software engineering processes.," *Journal of Systems and Software, Software Engineering Education and Training*, pp. 3-16, 2005.
- [5] ACM/IEEE-CS Joint Task Force on Computing Curricula, *Computer Science Curricula 2013*, ACM Press and IEEE Computer Society Press, 2013.
- [6] A. Heredia, R. Colombo-Palacios and A. Amescua-Seco, "A Sytematic Mapping Study on Software Process Education," in *Proceedings of the International Workshop on Software Process Education, Training and Professionalism*, Gothenburg, Sweden, 2015.
- [7] T. Susi, M. Johannesson and P. Backlund, "Serious games: An overview.," 2007.

- [8] ASTD Research, *Playing to Win: Gamification and Serious Games in Organizational Learning*, 2014.
- [9] A. Calderón and M. Ruiz, "ProDec: a serious game for software project management training," in *Proceedings of the 8th International Conference on Software Engineering Advances*, Venice, Italy, 2013.
- [10] C. Abt, *Serious Games*, Lanhan, MD: University Press of America, 2002.
- [11] M. Zyda, "From visual simulation to virtual reality to games," *Computer*, vol. 38, no. September, pp. 25-32, 2005.
- [12] R. Oliveira Chaves, C. Gresse von Wangenheim, J. C. Costa Furtado, S. Ronaldo Bezerra Oliveira, A. Santos and E. L. Favero, "Experimental Evaluation of a Serious Game for Teaching Software Process Modeling," *IEEE Transactions on Education*, vol. 58, no. 4, pp. 289-296, 2015.
- [13] U. Aydan, M. Yilmaz and R. V. O'Connor, "Towards a Serious Game to Teach ISO/IEC 12207 Software Lifecycle Process: An interactive learning approach," in *Software Process Improvement and Capability Determination*, Switzerland, 2015.
- [14] ISO/IEC, *ISO/IEC TR 33014:2013 Information technology -- Process assessment -- Guide for process improvement*, 2013.
- [15] ISO/IEC, *ISO/IEC 15504-4:2004 Information technology -- Process assessment -- Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination*, 2004.
- [16] G. J. Skulmoski, F. T. Hartman and J. Krahn, "The Delhi Method for Graduate Research," *Journal of Information Technology Education*, vol. 6, pp. 1-21, 2007.