

Evaluación automática en dirección y gestión de proyectos software a través de un juego basado en simulación

Alejandro Calderón y Mercedes Ruiz

Departamento de Ingeniería Informática

Universidad de Cádiz

C/Chile, 1, 11003 – Cádiz, España

alejandro.calderon@uca.es, mercedes.ruiz@uca.es

Resumen

La dirección y gestión de proyectos software es un área de gran relevancia a tener en cuenta por los profesionales del sector, en el camino para alcanzar el éxito en la realización de los proyectos software. Debido a ello, de igual o mayor importancia debe ser la formación que los futuros profesionales reciben en dicha materia. No obstante, podemos observar cómo acercar la realidad profesional al ámbito formativo se convierte en una labor complicada lo que produce que los alumnos adquieran sus conocimientos en un entorno teórico, donde carecen de formación práctica con problemas de carácter real durante sus estudios. Los estudios realizados nos han permitido observar que actualmente existe una carencia de herramientas que permiten formar y evaluar a los alumnos en la dirección y gestión de proyectos software. Las herramientas encontradas en este ámbito son de carácter específico, poco flexibles y no permiten evaluar de forma automática a los usuarios durante su utilización. Con el fin de ayudar a suplir dicha carencia, hemos desarrollado una herramienta para la formación y evaluación en la dirección y gestión de proyectos software.

Nuestro objetivo con este trabajo es presentar la herramienta desarrollada desde el punto de vista de la ayuda a la evaluación de las competencias que los alumnos adquieren a través del desarrollo de las partidas y su relación con la base pedagógica del construccionismo.

Abstract

Software project management is a knowledge scope of great importance to keep in mind by experts, on the road to success in the development of software projects. As a result, equal or higher importance should be training that future practitioners receive in this subject. However, we can see how to bring the professional reality to training field becomes a difficult task. This causes students to acquire knowledge

in a theoretical environment where they lack of practical training with real-life scenarios during their studies.

Nowadays, we can observe a lack of tools that allow teaching and assessing in software project management. The tools that we found in this area are inflexible, have a quite specific scope and do not allow assessing learner's new skills automatically. In order to overcome these weaknesses, we have developed a tool to teach and assess in software project management.

Our aim with this paper is to present the developed tool from the point of view of the learner's new skills assessment that students acquire through the games and its relationship with the pedagogical basis of constructionism.

Palabras clave

Formación en gestión de proyectos software, juego basado en simulación, evaluación automática, ingeniería del software, serious games.

1. Motivación

La Ingeniería del Software es un área de conocimientos dentro de las Ciencias de la Computación y las Tecnologías de la Información que proporciona un conjunto de métodos, herramientas y procedimientos para el desarrollo de software de calidad, dentro de las limitaciones de coste y tiempo. Ésta comienza a tomar relevancia a raíz de la crisis del software de finales de la década de 1970, tras la cual, los expertos comienzan a ser conscientes de la importancia de aplicar los conocimientos que la Ingeniería del Software proporciona con el fin de asegurar el éxito de los proyectos.

A pesar de la importancia de la Ingeniería del Software, los informes CHAOS muestran que en los últimos años el porcentaje de todos los proyectos de las tecnologías de la información que fueron entregados a tiempo, dentro del presupuesto y con todas las

características y funciones necesarias oscila entre un 37-39%. Además, el principal factor del fracaso de los proyectos de las tecnologías de la información, según una investigación de IBM, recae en una mala gestión del proyecto. De este modo, se manifiesta la relevancia que la dirección y gestión de proyectos software posee en el camino para alcanzar el éxito en la realización de los proyectos software. Siendo, de igual o mayor importancia, la formación que los profesionales deben poseer en este ámbito.

En la formación de gestión de proyectos de Ingeniería del Software, podemos observar como acercar la realidad profesional al ámbito formativo se convierte en una labor complicada. Esto produce que los alumnos adquieran los conocimientos que engloban la gestión y planificación de los proyectos software en un marco teórico donde apenas es posible tratar los conocimientos de forma práctica

Dicho hecho provoca que a diferencia de otras disciplinas, como la medicina, la aeronáutica, o la ingeniería civil, incorporemos al mundo laboral a profesionales que carecen de habilidades prácticas a la hora de trasladar los conocimientos, adquiridos durante su etapa de aprendizaje a la vida real. Por tanto, los profesionales noveles deben experimentar directamente en el mundo real, donde una mala planificación o una decisión incorrecta pueden derivar en el fracaso de los proyectos software y la pérdida de beneficios de las empresas. Además, dicho enfoque teórico conlleva a que los estudiantes pierdan el interés en el aprendizaje de la materia, disminuyendo a su vez, la implicación y motivación de los mismos.

Se observa, por tanto, una necesidad, avalada por instituciones como ACM o IEEE [1], que traslada a los profesores hacia la creación y utilización de métodos y técnicas para enseñar en la dirección y gestión de proyectos software, de forma que los estudiantes adquieran sus conocimientos de una forma más práctica, es decir, que los estudiantes puedan enfrentarse a escenarios de la vida real durante sus estudios y no tras ellos. Se necesita, por tanto, nuevas formas de promover el aprendizaje activo, al mismo tiempo, que se incremente la motivación y la implicación de los estudiantes en el aprendizaje de los conocimientos de la dirección y gestión de proyectos software.

Los serious games son juegos con el objetivo de formar a los participantes. Estos toman lugar en estas situaciones como herramientas para el desarrollo y la adquisición de experiencia en el tratamiento, en nuestro caso, de la gestión de proyectos software, puesto que una de las principales ventajas de los juegos es que nos permiten simular la realidad para aprender en un entorno libre de riesgos y costos.

En este artículo, describimos las características más relevantes de ProDec [2], un juego basado en simulación para formar y evaluar en gestión de proyectos

software, relacionándolo con las características del construccionismo como base pedagógica, y centrándonos en el proceso de evaluación automática.

El artículo se organiza como sigue: la sección 2 presenta los trabajos relacionados con nuestra propuesta; la sección 3 introduce la base pedagógica del construccionismo y sus características; la sección 4 describe el juego desarrollado, relacionándolo con el aprendizaje según el construccionismo; la sección 5 expone el proceso de evaluación en ProDec; la sección 6 muestra un ejemplo de uso de ProDec como herramienta de aprendizaje. Por último, la sección 7 presenta las conclusiones y las líneas de trabajo futuras.

2. Serious games y gestión de proyectos software

Existen varios serious games desarrollados para la formación en el ámbito de la Ingeniería del Software tal como muestran los autores Caulfield et al. [5] Sin embargo, en dicho estudio podemos observar que actualmente existe una carencia de herramientas que permiten formar y evaluar en la dirección y gestión de proyectos software. Dentro de las herramientas encontradas en esta área destacamos SIMSOFT [4], DELIVER! [10], SimSE [7], SESAM [6] y The Project Manager Game. Podemos encontrar más información sobre ésta última herramienta en su sitio web (<http://thatpmggame.com/>).

Del análisis de los juegos mencionados para la formación en gestión de proyectos software [3], encontramos que las principales carencias actuales de este tipo de herramientas son las siguientes:

- Se centran en el entrenamiento de técnicas concretas de la gestión de proyectos o en formar en etapas específicas del ciclo de vida de un proyecto.
- La mayoría de los serious games actuales no cubren todos los niveles de la taxonomía de los objetivos educacionales de Bloom.
- Ninguno permite la evaluación de las competencias obtenidas por los alumnos durante el juego, de forma automática.
- Los juegos basados en simulación parten de un escenario estático, por lo que no ofrecen flexibilidad.

Teniendo en cuenta dicho análisis, se observa la necesidad de profundizar en el ámbito de los serious games aplicados a la formación en gestión de proyectos software con el fin de suplir las carencias encontradas. Debido a ello, hemos desarrollado ProDec, un serious game con el fin de cubrir dichas deficiencias.

3. Construccionismo

El construccionismo [8], desde el punto de vista de la pedagogía, es una teoría del aprendizaje que realza la importancia de la acción, es decir, promueve el aprendizaje activo como método para la adquisición del conocimiento. Dicha teoría se basa en las ideas de la psicología constructivista [9], y sus pilares se centran en el hecho de que para que se produzca el aprendizaje, el conocimiento debe ser construido o reconstruido por el propio sujeto que se encuentra inmerso en el proceso del aprendizaje. De este modo, el construccionismo sitúa al alumno en un proceso de aprendizaje en donde la acción, y por tanto, la experimentación permite al sujeto adquirir los conocimientos, los cuales no pueden ser adquiridos sólo mediante la transmisión.

Así pues, las principales características que giran en torno al construccionismo son las siguientes:

- El aprendizaje se produce mediante la construcción.
- El conocimiento surge al construir nuevas ideas o conceptos basándose en los conocimientos adquiridos con anterioridad.
- El currículum debe tener una organización en espiral, de forma que el estudiante construya nuevos conocimientos a partir de los que ya adquirió con anterioridad.
- Los alumnos deben poseer un rol activo. Esto significa que deben participar activamente en el proceso de aprendizaje, proponer y defender ideas, aceptar e integrar las ideas de otros, proponer soluciones, saber escuchar y preguntar para aclarar dudas.
- Los profesores deben motivar a los alumnos a descubrir principios por sí mismos. Éstos deben proponer conflictos, promover el pensamiento crítico y la interacción, así como valorar las experiencias previas de los alumnos. En este caso, el rol del profesor no se ve como el sujeto que trasmite el conocimiento, sino como el sujeto que guía al alumno a la búsqueda del conocimiento.
- Por último, para que el proceso de aprendizaje sea motivador, se necesita que los conocimientos adquiridos sean significativos, esto quiere decir, que los alumnos observen la utilidad real de los conocimientos ganados.

En las siguientes secciones se describen las características de ProDec y se comenta cómo dichas características ayudan en el proceso de aprendizaje, al mismo tiempo que promueven los principios del construccionismo.

4. ProDec

ProDec es un serious game definido con la intención de formar y evaluar a los alumnos en gestión de proyectos software. Su principal objetivo es que los alumnos adquieran cierta pericia a la hora de tomar decisiones frente a problemas que pueden surgir a lo largo del ciclo de vida de un proyecto software, permitiendo, de este modo, que los alumnos salgan al mundo laboral con cierta habilidad práctica en la materia.

ProDec no sólo permite formar a los alumnos en la resolución de problemas durante la etapa de seguimiento y control de un proyecto software, sino que también invita a los alumnos a abordar un proyecto desde su creación, lo que supone que los participantes planifiquen el desarrollo de un proyecto mediante la elaboración del plan de proyecto y después realicen el seguimiento y control del proyecto creado simulando su ejecución. Esto permite que los alumnos aprendan de los errores de sus decisiones tomadas, de sus estimaciones realizadas, de sus acciones en relación al personal, tareas y riesgos llevadas a cabo y les permitan adquirir esa pericia en la materia que de forma teórica no se consigue.

Al mismo tiempo, ProDec ayuda a los profesores en la evaluación de las competencias que los alumnos deben adquirir con el desarrollo de las partidas del juego. Para ello, ProDec usando los criterios de evaluación definidos por los profesores, es capaz de realizar de forma automática las siguientes actividades:

- Recopilar la información, en función de los criterios proporcionados durante las partidas del juego.
- Analizar los datos obtenidos.
- Mostrar un informe de evaluación detallado de la partida realizada a los alumnos y profesores.

ProDec es un juego concebido para ser aplicado como herramienta de apoyo a la formación, en nuestro caso, a la formación de gestión de proyectos software. Esto supone que el juego debe situarse en una etapa del curso avanzada, es decir, para poder llevar a cabo las partidas, previamente, los estudiantes deben haber aprendido los conceptos y técnicas que el juego utiliza.

Aunque las partidas pueden ser llevadas a cabo de forma individual, la idea es que sea un juego colaborativo, un juego en equipo donde los miembros del equipo tengan que proponer ideas, discutir las y llegar a un acuerdo con razones de peso a la hora de tomar decisiones sobre un evento producido. Este trabajo en equipo permite a los miembros no sólo reforzar su conocimiento, sino ponerlo a prueba y defenderlo, permitiendo a los alumnos aprender de sus compañeros y de sus errores. Al mismo tiempo, ayuda a desa-

rollar competencias de gestión de proyectos como las habilidades de liderazgo y comunicación.

4.1. El juego

El objetivo del juego es gestionar con éxito un proyecto de desarrollo de software. El juego se pierde cuando el proyecto sobrepasa el presupuesto disponible o el tiempo planificado. Los jugadores ganan cuando son capaces de finalizar un proyecto dentro de los límites de tiempo y presupuesto.

ProDec permite realizar dos tipos de partida. Una partida rápida (Quick Play), donde el principal objetivo es formar a los alumnos en la toma de decisiones. En dicho tipo de partida, los jugadores seleccionan uno de los proyectos ya creados por el profesor y el juego simula la ejecución del proyecto para realizar su control y seguimiento. Cuando se complete con éxito el proyecto o su tiempo o presupuesto finalice, la partida termina y la herramienta genera un informe detallado de la partida, evaluando, a su vez, las competencias conseguidas por el alumno con la realización de la partida.

La otra opción consiste en jugar una partida completa (Full Play). En este tipo de partida se parte desde cero, por lo que los alumnos tendrán que crear su propio proyecto. La creación de un proyecto lleva a los participantes a recorrer un conjunto de etapas que les permite tener contacto con todos los elementos que intervienen en la elaboración de la planificación de un proyecto. Dichas etapas se relacionan con la definición de los datos generales del proyecto, la definición de las tareas, la estimación temporal y económica del proyecto, la definición y asignación del personal y la definición de los riesgos del proyecto. Tras la creación del proyecto, se comienza su ejecución y se realizan los mismos pasos que en una partida rápida, con la excepción de que el proyecto ha sido elaborado completamente por los propios jugadores y su evaluación, por tanto, podrá contar con más elementos.

De una forma u otra, en ambos tipos de partida, los jugadores recorren diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto con el fin de completar el proyecto con éxito. Dentro del juego, por tanto, podemos diferenciar que el ciclo de vida de una partida del juego posee tres fases, las cuales son:

- **Inicio.** En esta etapa y en función del modo de juego, como hemos mencionado anteriormente, los jugadores: a) crean un nuevo proyecto para jugar una partida completa, o b) seleccionan un proyecto ya creado para jugar una partida rápida.
- **Ejecución.** La segunda etapa consiste en la ejecución del escenario del proyecto creado o seleccionado. Para ello, ProDec: a) obtiene la información sobre el proyecto, ya sea, proporcionada por los jugadores en una partida completa, o cargada por los profesores para las partidas rá-

pidas, b) genera el código fuente de un modelo de simulación basado en eventos discretos que simula la ejecución del proyecto proporcionado, y c) ejecuta el modelo de simulación. Durante la simulación, los jugadores tienen que realizar el control y seguimiento del proyecto apropiadamente, con el fin de ganar el juego.

- **Fin.** Una vez que la simulación determina que la ejecución del proyecto ha finalizado, la última fase consiste en la evaluación de los jugadores. Esta tarea la realiza ProDec de acuerdo a los criterios de evaluación establecidos por los profesores mediante la herramienta de administración.

4.2. Características según el aprendizaje

A continuación, teniendo en cuenta las principales ideas del construccionismo como base pedagógica, en dicho apartado resumimos las características comentadas de ProDec, al mismo tiempo que comentamos cómo influyen y ayudan en el proceso de aprendizaje de los alumnos dentro del ámbito de la gestión de proyectos software. Así pues, ProDec posee las siguientes características:

- **Requiere que los participantes posean una base de conocimientos previa para poder jugar.** Los jugadores necesitan conocer los conceptos y técnicas que el juego emplea sobre la dirección y gestión de proyectos software, los cuales adquieren durante las clases teóricas a través de los profesores. Dichos conocimientos adquiridos en las aulas forman la base del conocimiento con la que los jugadores parten al usar la herramienta, y la cual, a través del uso del juego, se ve modificada durante el proceso de aprendizaje. Esta modificación, es la que lleva a los jugadores a la obtención de una nueva base de conocimientos, en donde se ha incorporado el nuevo conocimiento construido. Por tanto, podemos observar como el desarrollo del proceso de aprendizaje en ProDec parte de conocimientos adquiridos con anterioridad, tal como se desarrollan los procesos de aprendizaje según la base pedagógica del construccionismo.
- **Permite el aprendizaje y entrenamiento de los conocimientos de la gestión de proyectos software en un entorno activo.** ProDec sumerge a los jugadores en un entorno donde toman el rol de jefe de proyecto con el objetivo de ejecutar con éxito un proyecto. Esto hace que los participantes, apliquen los conocimientos que poseen sobre gestión de proyectos software, durante todo el proceso de aprendizaje. Por lo que, a través de las partidas, los jugadores tienen que usar su base de conocimiento inicial, para asegurar que todas las tareas y problemas que se plantean en el juego tengan su razón lógica y su resolución los acerque, y no los aleje, al estado de éxito. Con

ProDec, por tanto, los jugadores están, en su totalidad, siendo activamente participes del proceso de aprendizaje, pues es la interacción entre el juego y los usuarios la que ayuda a la aplicación, adquisición y descubrimiento del conocimiento. Se hace visible de esta forma, el rol activo de los participantes como principio del construccionismo.

- *Permite formar a los alumnos en la toma de decisiones.* En todo momento, a lo largo del desarrollo del juego, los jugadores tienen que valorar toda la información que se les proporciona, para que teniendo en cuenta sus conocimientos iniciales, sean de forma autónoma capaces de proponer soluciones y tomar las mejores decisiones en cada situación con el fin de ganar las partidas. Esto hace que los participantes, durante todo el desarrollo de una partida, y por tanto, durante el proceso de aprendizaje, actúen activamente con el juego analizando, valorando, comparando, tomando decisiones y observando los efectos de las mismas, incrementando así el rol activo del alumno.
- *Permite el juego en equipo.* Gracias al carácter social de esta propiedad del juego, antes de tomar cualquier decisión durante una partida, los jugadores tendrán que analizar la información del proyecto para proponer, defender, discutir, evaluar, negociar y tomar la mejor decisión dentro del equipo con el fin de crear un buen plan de proyecto y gestionar su correcto desarrollo, como pasos en el camino al éxito. Esta propiedad unida a las características naturales de los juegos, transforma el proceso de aprendizaje, en un proceso social donde las emociones y los sentimientos forman parte de la experiencia del aprendizaje. Este carácter social implica que los participantes durante el proceso de aprendizaje sean capaces de proponer y defender sus ideas, aceptar e integrar las ideas de sus compañeros, al mismo tiempo que permite estimular el respeto mutuo y promover el pensamiento crítico. Todos ellos son principios contemplados en un proceso de aprendizaje construccionista.
- *Ayuda a los profesores en la evaluación de las competencias de los alumnos.* A través de la herramienta los profesores pueden acceder a la administración del juego, la cual les permitirá crear partidas para los alumnos con el fin de proponer conflictos cognitivos que lleve estos a resolver problemas específicos. Además, los profesores no sólo pueden crear partidas, sino que también tienen que definir las rúbricas con las que se valorarán las partidas de cara a obtener indicios de las competencias que los alumnos adquieren con la realización de las partidas propuestas. Esto permite a los profesores convertir

la información que los estudiantes tienen que conocer y comprender en una partida, a través de la cual, los profesores trazan y valoran el proceso de aprendizaje.

- *Permite simular la ejecución de un proyecto.* La simulación de la ejecución de un plan de proyecto, permite a los jugadores tener un medio mediante el cual pueden observar en tiempo real, el efecto de las decisiones tomadas durante las partidas. Esto acerca a los usuarios a la realidad profesional y les permite construir nuevos conocimientos e incrementar su base inicial, en función del progreso de las partidas. Es, gracias a la experimentación que se realiza con la simulación, donde los jugadores comienzan a observar el significado de lo aprendido, ya que pueden ver los efectos de sus conocimientos aplicados en escenarios que simulan la realidad. Podemos observar, de este modo, cómo la idea del construccionismo acerca de la necesidad de que el aprendizaje sea significativo de cara a la motivación del proceso del aprendizaje está implícita en ProDec.
- *Proporciona un informe de evaluación detallado.* 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. Es decir, permite a los alumnos incrementar su base de conocimientos inicial, construyendo nuevos conocimientos a partir de su experiencia durante el proceso de aprendizaje. Por otro lado, el informe de evaluación generado permite a los profesores analizar y evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Teniendo en cuenta el análisis de las características, en relación al proceso de aprendizaje, podemos observar cómo ProDec es una herramienta que contempla los principios de la base pedagógica del construccionismo, promoviendo el aprendizaje activo de los alumnos. Además, no sólo vemos que es capaz de promover el aprendizaje activo, sino que también promueve el aprendizaje por error y el aprendizaje social.

5. Proceso de evaluación

El proceso de evaluación de las competencias de los alumnos es un proceso en el que intervienen varios elementos pertenecientes a distintos ámbitos de ProDec.

Durante la realización de la partida, en el sistema se almacenan registros de las acciones que los jugadores llevan a cabo. Estas acciones se corresponden,

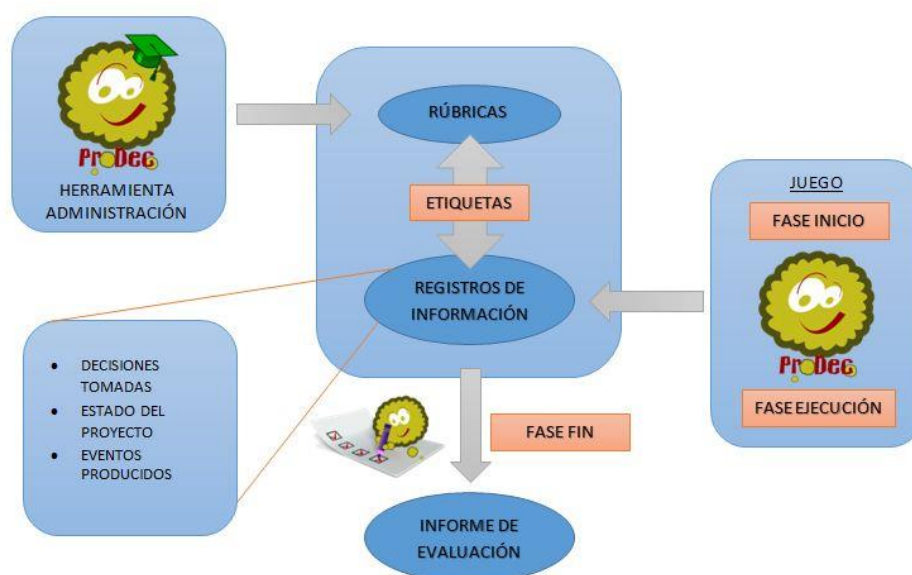


Figura 1: Elementos del proceso de evaluación.

en su gran mayoría, con las decisiones que los participantes toman cuando se les presenta un problema durante la simulación de la ejecución del proyecto. No obstante, en esa misma etapa, el sistema también irá almacenando, de forma autónoma, registros con la información del estado del proyecto. El estado del proyecto es toda la información que en un instante dado se posee del proyecto. Además, si la partida que se lleva a cabo es una partida completa, en donde se tiene que realizar el proceso de creación de un proyecto, el sistema también almacenará registros relacionados con la información introducida a lo largo de todo el proceso de creación del proyecto. Este proceso se identifica con el proceso de realización del plan de proyecto. Por tanto, al realizar una partida se pueden obtener registros de tres tipos diferentes, con características distintas, para permitir evaluar diferentes competencias.

Por otro lado, el profesor tendrá que definir previamente la rúbrica que se usará para evaluar las competencias en una partida. Para ello, el profesor usará la herramienta de administración de ProDec. Para ProDec, una rúbrica está compuesta por un conjunto de secciones, cada una de las cuales se compone a su vez de un conjunto de criterios de evaluación.

Son los criterios de evaluación los que realizan el enlace de la rúbrica con los registros de información almacenados durante la partida. Este enlace se realiza mediante un sistema de etiquetado. Cada registro de información almacenado durante la partida lleva asociado una serie de etiquetas que fijan los conceptos que evalúan. Dichas etiquetas son asociadas a los

distintos criterios de evaluación que se definen al diseñar una rúbrica.

Mediante el uso de las rúbricas y los registros de información almacenados durante una partida, ProDec es capaz de revisar todo el desarrollo de la partida con el fin de generar un informe detallado, en el que se evalúan las competencias adquiridas por los participantes con la realización de la partida en cuestión. Dicho informe permite a los participantes observar todo el desarrollo de la partida realizada, lo que facilita que estos puedan analizar las decisiones o acciones llevadas a cabo durante la partida con el fin de aprender de sus errores tras finalizar el juego. La Figura 1 muestra un esquema de los elementos descritos que intervienen en el proceso de evaluación así como sus interrelaciones.

6. Uso de ProDec

Una vez expuestas las características de ProDec y observado que es una herramienta que permite promover el aprendizaje activo. En esta sección, mostramos el uso del juego dentro de la asignatura de Dirección y Gestión de Proyectos Software, impartida en el sexto semestre del Grado de Ingeniería Informática en la Universidad de Cádiz. Los alumnos comienzan a utilizar ProDec siguiendo el guion de una práctica cuyo principal objetivo es realizar una primera toma de contacto entre los alumnos y la herramienta.

6.1. La práctica-tutorial

El guion de la práctica desarrollada persigue como objetivo principal que los alumnos tomen contacto

con ProDec, por lo que la práctica se presenta a modo de tutorial. Los alumnos deberán seguir una serie de pasos que les permitirán recorrer un estilo de juego, Quick Play, desde que acceden a ProDec hasta que finalizan la partida con éxito.

Tras una introducción para explicar la actividad a realizar, la práctica revisa la base de conocimientos que los alumnos necesitan poseer para llevar a cabo el desarrollo de la misma. Tras dicha información, los alumnos interactuarán con ProDec guiados por las pautas de la práctica que les llevarán a alcanzar los siguientes objetivos:

- Conocer ProDec.
- Iniciar una partida en el modo Quick Play.
- Iniciar la simulación de un proyecto.
- Conocer la etapa de simulación de un proyecto en ProDec.
- Realizar el control y seguimiento de un proyecto.
- Conocer las decisiones que ofrece ProDec para corregir las desviaciones de un proyecto.
- Tomar decisiones relacionadas con la motivación y la reorganización de tareas dentro de ProDec.
- Observar como la experiencia técnica de los miembros del equipo puede influir en la productividad del equipo.
- Observar como la personalidad de los miembros del equipo puede influir en la productividad del equipo.
- Observar como la motivación del equipo de trabajo puede influir en la productividad del equipo.
- Completar con éxito un proyecto.

El guion de práctica incorpora una serie de cuestiones diseñadas con el fin de evaluar la efectividad educacional en cuanto al conocimiento que el alumno adquiere con el desarrollo de la actividad. Dichas preguntas, no sólo requieren que los alumnos observen la información que ProDec les ofrece, sino que también les plantean cuestiones en las que los alumnos tendrán que emplear el conocimiento adquirido durante la partida para responderlas.

Con la realización de la práctica, los alumnos forman parte de un proceso de aprendizaje. En dicho proceso, los alumnos partiendo de una base de conocimientos inicial, guiados por el guion de prácticas e interactuando con ProDec, son capaces de construir nuevo conocimiento a través de las acciones que realizan durante la actividad.

6.2. El rol del profesor

La actuación más importante del profesor tiene lugar antes del desarrollo de la actividad, pues es en esta fase, donde elabora la partida con los fines deseados. Para ello, el profesor utiliza la herramienta de administración de ProDec. En esta etapa de crea-

ción de la partida, el profesor debe analizar la información que desea transmitir y los conocimientos que quiere que los alumnos descubran, para transformarlos y plasmarlos en una partida de ProDec que pondrá una serie de problemas que los alumnos deberán resolver para ganar el juego.

Durante el desarrollo de la actividad, el papel del profesor es el de crear un entorno que propicie la realización de la práctica en un ambiente de participación, respeto y colaboración entre los alumnos. El profesor se encarga de orientar y resolver las dudas que los participantes puedan tener a lo largo de la actividad, así como de observar las reacciones que los alumnos puedan experimentar al jugar con ProDec.

6.3. La participación de los alumnos

Los alumnos se dividen en grupos para la realización de la práctica y así aprovechar las características que aporta al proceso de aprendizaje el juego en equipo. A partir del guion de prácticas, facilitado por el profesor, los estudiantes comienzan una partida en ProDec. A través de la partida, los alumnos irán investigando diferentes situaciones y problemas de la ejecución de un proyecto software y resolviéndolos con el objetivo principal de ganar la partida. Al mismo tiempo, los alumnos irán adquiriendo el conocimiento necesario sobre la problemática expuesta y el uso de ProDec para tomar las decisiones que les permitirán conseguir su objetivo.

La adquisición de conocimiento se produce mediante el análisis y la observación directa de los efectos que conllevan las decisiones tomadas en el progreso de la ejecución del proyecto software con el que se juega en la partida.

A lo largo del desarrollo de la actividad, el alumno juega un rol activo. El alumno interactúa con ProDec y con sus compañeros de equipo durante el proceso de aprendizaje y pone en uso no sólo su conocimiento previo, sino también sus habilidades sociales. Esto permitirá al alumno proponer ideas para resolver los problemas planteados y comunicar y defender sus ideas dentro de su equipo.

7. Conclusiones

En este artículo, se han descrito las características más importantes de ProDec, un serious game para formar y evaluar a los alumnos en la dirección y gestión de proyectos software. ProDec, mediante la simulación de la ejecución de proyectos software, permite a los alumnos adquirir experiencia en la materia de cara al mundo laboral en un entorno libre de riesgos y costos. Además, a lo largo del artículo, analizamos como las características, con las que se ha desarrollado ProDec, influyen en el proceso de aprendizaje de los alumnos y promueven el aprendi-

zaje activo al mismo tiempo que acoge los principios de la base pedagógica del constructivismo.

Así mismo, a raíz de este análisis, observamos como ProDec es una herramienta que permite el aprendizaje del alumno en la dirección y gestión de proyectos software antes, durante y después de jugar. ProDec necesita que los alumnos tengan conocimientos en la materia antes de poder llevar a cabo una partida. Refuerza los conocimientos previamente aprendidos de la materia durante la realización de la partida, así como ayuda a mejorar la capacidad de los alumnos para enfrentarse a los problemas que pueden surgir a lo largo de la ejecución del proyecto. Además, permite a los alumnos observar el efecto de las acciones llevadas a cabo durante la partida, ya sean correctas o erróneas, tras finalizar el juego con el objetivo de que los alumnos puedan obtener conclusiones y aprender de sus propias decisiones.

Por otro lado, mostramos un ejemplo de uso de la herramienta para incorporarla en el proceso de aprendizaje de los alumnos dentro de las aulas. Dicho ejemplo, contempla la realización de una práctica tutorial cuyos experimentos se están llevando a cabo actualmente con el fin de evaluar la efectividad educacional de ProDec. Los resultados de dichos experimentos serán publicados en trabajos futuros.

Como trabajo futuro, nuestro objetivo es construir una herramienta para la formación y evaluación de los alumnos en la dirección y gestión de proyectos software lo más completa posible. Por ello, estamos trabajando en mejorar las características de ProDec y valorando las ventajas de integrar nuestro juego con las redes sociales y de definir estrategias de gamificación con el fin de enriquecer el proceso de aprendizaje.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto TIN2013-46928-C3-2-R del Ministerio de Economía e Innovación, TIC-195 de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía y del proyecto PI_14_084 de Innovación y Mejora Docente de la Universidad de Cádiz.

Referencias

- [1] ACM y IEEE-CS. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science. *Computer Science Curricula*, diciembre 2013.
- [2] Alejandro Calderón y Mercedes Ruiz. ProDec: a serious game for software project management training. En *8th International Conference on Software Engineering Advances, ICSEA 2013*, Venecia, noviembre 2013.
- [3] Alejandro Calderón y Mercedes Ruiz. Bringing real-life practice in software project management training through a simulation-based serious game. En *6th International Conference on Computer Supported Education, CSEDU 2014*, Barcelona, abril 2014.
- [4] Craig Caulfield, David Veal, y S. Paul Maj. Teaching software engineering project management – A novel approach for software engineering programs. En *Modern Applied Science*, octubre 2011.
- [5] Craig Caulfield, Jianhong Xia, David Veal y S. Paul Maj. A systematic survey of games used for software engineering education. En *Modern Applied Science*, diciembre 2011.
- [6] Anke Drappa y Jochen Ludewig. Simulation in software engineering training. En *22nd International Conference on Software Engineering, ICSE 2000*.
- [7] Emily Oh Navarro y André van der Hoek. SimSE: an interactive simulation game for software engineering education. En *7th International Conference on Computers and Advanced Technology in Education, IASTED 2004*.
- [8] Seymour Papert e Idit Harel. *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation, 1991.
- [9] Barry J. Wadsworth. *Piaget's theory of cognitive and affective development: Foundations of constructivism* (5th ed.) England: Longman Publishing, 1996.
- [10] Christiane Gresse von Wangenheim, Rafael Savi y Adriano Ferreti Borgatto. DELIVER! – An educational game for teaching earned value management in computing courses. En *Information and Software Technology*, 2012