

Aplicación de un proceso de mejora continua en una asignatura de Desarrollo de Software Dirigido por Modelos

Pedro J. Clemente y Alberto Gómez
Quercus Software Engineering Group. Universidad de Extremadura
pjcclemente@unex.es, agomez@unex.es

Resumen

El desarrollo de software dirigido por modelos (DSDM) es una de las áreas de la Ingeniería del Software más prometedoras en la actualidad. DSDM ofrece una oportunidad de alejar al desarrollador de las tecnologías concretas de implementación y centrarlo en los aspectos esenciales del dominio para el cual se desarrolla el software. Recientemente, esta novedosa materia está siendo recogida en distintas recomendaciones curriculares internacionales. En este artículo, por una parte, se aboga por incorporar esta materia al cuerpo de conocimiento de Ingeniería Informática en general y en la Ingeniería del Software en particular y se presenta la estructura de una asignatura para incorporar la materia de DSDM. Por otra parte, se describe la experiencia docente de esta asignatura tras su primer año de impartición. En este sentido, se ha definido un proceso de mejora continua que nos permite analizar los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje obtenidos, reflexionar sobre el proceso y elaborar un plan de mejora de la misma. El análisis del proceso de mejora se lleva a cabo utilizando la encuesta SEEQ para recoger datos y tomar decisiones¹.

Abstract

Currently, Model Driven Software Development (MDSD) is an emergent area in Software Engineering. DSDM allows developers to think on essential domain aspects more than on specific software implementation technology. Recently, this novel subject has been included in Computer Science and Software Engineering curricula. In this work, our experience teaching MDSD is described. A continuous improvement process has been used which allows us to analyze the teaching-learning process results, to think about this process and to build a improvement plan for the next years. The analysis of this continuous improvement process has

¹Work funded by Spanish Contract MIGRARIA - TIN2011-27340 at Ministerio de Ciencia e Innovación and Gobierno de Extremadura (GR-10129) and European Regional Development Fund (ERDF).

been carried out using the SEEQ survey to collect data and make decisions.

Palabras clave

Desarrollo de Software Dirigido por Modelos, planes de estudios, recomendaciones curriculares, metodologías docentes, proceso de mejora continua.

1. Introducción

El desarrollo de software dirigido por modelos (DSDM) surge de la necesidad de abordar el desarrollo de software atendiendo al dominio de aplicación más que a la tecnología utilizada para el desarrollo del software. DSDM se centra en abstraer al desarrollador de los aspectos específicos de la tecnología donde se desarrolla el software, centrándolo en la comprensión del dominio concreto de aplicación. La tecnología es cambiante pero, sin embargo, la esencia de los elementos de un dominio y sus relaciones se mantienen independientes de la tecnología utilizada. Así, podemos mitigar el importante coste que supone conocer los detalles de los múltiples lenguajes de programación, frameworks de desarrollo, sistemas operativos, dispositivos objetivo del software, etc. que, en muchos casos, lleva al desarrollador de software a centrarse más en aspectos tecnológicos que en aspectos esenciales del dominio del problema que se quiere resolver.

En el plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática en Ingeniería del Software (GIIS) de la Universidad de Extremadura se ha definido la asignatura Diseño y Modelado de Sistemas Software para desarrollar, principalmente, los contenidos sobre DSDM. Esta asignatura se imparte en el segundo semestre de tercer curso. Los estudiantes ya han cursado las asignaturas tradicionales de Ingeniería del Software, Bases de Datos, Programación o Sistemas Operativos y, por tanto, cuentan con un bagaje en el diseño y desarrollo de aplicaciones implementadas tanto desde el punto de vista del paradigma imperativo como orientado a objetos y conocen los principales

ciclos de vida de desarrollo del software así como las metodologías más características. DMSS es una de las asignaturas donde los estudiantes aplican todas las competencias adquiridas previamente.

Además de planificar y desarrollar la asignatura dentro del plan de estudios, es conveniente implantar un proceso de mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje [7, 9]. Esto es especialmente necesario en este caso ya que se trata de una nueva asignatura con contenidos que no se habían impartido en los antiguos títulos y que, por tanto, hay que vigilar bien para comprobar que se desarrolla correctamente dentro de las directrices generales del nuevo plan de estudios. Así, para esta asignatura se define un proceso simple de mejora continua que, por una parte nos permite evaluar el resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje y, como consecuencia, elaborar un plan de mejora para el curso siguiente. Para ello, se utiliza la encuesta estándar Student Experience of Education Questionnaire (SEEQ) [10], que nos aportará información relevante sobre el proceso actual, facilitando la toma de decisiones y la propuesta de un plan de mejora.

En este trabajo se presentan las siguientes contribuciones:

- Justificación de la incorporación de contenidos de DSDM en los planes de estudios relacionados con Ingeniería Informática.
- Planificación de la asignatura en el contexto del EEES, atendiendo no sólo a la estructura temporal de contenidos, sino también a las actividades desarrolladas.
- Definición de un proceso simple de mejora continua, análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje y elaboración de un plan de mejora para la asignatura. Los resultados de este proceso de enseñanza-aprendizaje se obtendrán a partir la utilización de la encuesta SEEQ.

El artículo se organiza en las siguientes secciones. En la sección 2 se justifica la incorporación de contenidos sobre Desarrollo de Software Dirigido por Modelos (DSDM) en los planes de estudio de los grados en Ingeniería Informática. Posteriormente, en la sección 3, se describe la planificación de una asignatura de este tipo, atendiendo especialmente a las metodologías docentes utilizadas. En la sección 4 se describen el proceso de mejora continua propuesto, el análisis de resultados obtenidos tras la impartición de la asignatura y el plan de mejora propuesto. Finalmente, en la sección 5 se presentan las principales conclusiones y trabajos futuros.

2. Incorporación del DSDM al cuerpo de conocimiento de Ingeniería del Software

La decisión de incorporar un determinado conocimiento a los planes de estudio debe estar avalada por recomendaciones curriculares internacionales tales como Software Engineering body of Knowledge [8]. Por otra parte, las organizaciones internacionales que agrupan a las principales compañías del sector, como puede ser el Object Management Group (OMG), marcan en buena medida con sus especificaciones la dirección de la industria.

Desde el punto de vista de las recomendaciones curriculares, los contenidos centrales del desarrollo de software dirigidos por modelos los encontramos diseminados por varios apartados en la guía del cuerpo de conocimiento en Ingeniería del Software (SEWBOK) [8]. Por ejemplo, el capítulo 9 sobre modelos y métodos de ingeniería del software introduce conceptos como el modelado conceptual o el metamodelado, donde las relaciones entre modelos, metamodelos y metametamodelos quedan patentes. En buena medida la propia utilización y definición de los modelos UML (Unified Modeling Language), basados en el metamodelo UML y éste en el metametamodelo MOF (Meta-Object Facility), ayuda a comprender las relaciones entre los distintos niveles de metamodelado. En el capítulo 3 sobre la construcción de software se aborda la definición de modelos ejecutables, donde se aboga por la definición de transformaciones modelo a modelo y modelo a código. Más concretamente, se describe la especificación Model-Driven Architecture (MDA) propuesta por OMG.

No obstante, desde 2004, año de publicación de [8], el peso del DSDM en la Ingeniería del Software ha ido en aumento. Así lo demuestra la nueva versión de SEWBOK que está en desarrollo y que puede consultarse en [11]. En el apartado 2, sobre sistemas, se dedica una sección al concepto de metamodelado y el modelado de sistemas con modelos. Asimismo se identifican los principales estándares de modelado y transformaciones de modelos.

Por otro lado, el Object Management Group (OMG), asociación que aglutina a las principales compañías de la industria del software y responsable de especificaciones como Unified Modeling Language (UML) o Business Process Modeling Notation (BPMN), apuesta decididamente por la ingeniería dirigida por modelos a tenor de las múltiples especificaciones publicadas en este sentido, tales como Model Driven Architecture (MDA), Architecture-Driven Modernization (ADM), etc. Asimismo, son numerosas las herramientas software que ayudan al ingeniero a apli-

car estas nuevas especificaciones al desarrollo de software. Ejemplo de estas herramientas que podemos encontrar descritas en <http://www.omg.org/mda/committed-products.htm> son AndroMDA, Borland Together, OptimalJ, etc.

Atendiendo a estos indicios sobre la necesidad y oportunidad de introducir conceptos de DSDM, su base de conocimiento podemos identificarla a partir de múltiples publicaciones tanto nacionales como internacionales. Por ejemplo el libro [2] se utiliza actualmente como referencia en más de 50 instituciones educativas a lo largo de todo el mundo. Desde el punto de vista nacional, la red temática de DSDM editó un libro principalmente docente que incluye la base de conocimiento sobre DSDM [6]. Asimismo, sin nombrar específicamente el término DSDM, en las directrices del Consejo de Universidades [3] para la rama de Ingeniería del Software se define la competencia “Capacidad de identificar y analizar problemas y diseñar, desarrollar, implementar, verificar y documentar soluciones software sobre la base de un conocimiento adecuado de las teorías, modelos y técnicas actuales.”

La estructura de conocimientos que se sugieren son los siguientes:

- Metamodelado y definición de sintaxis abstracta. Restricciones semánticas.
- Definición de sintaxis concreta. Sintaxis concreta gráfica y sintaxis concreta textual.
- Transformaciones modelo a modelo.
- Transformaciones modelo a código.

En la siguiente sección se presenta la planificación y desarrollo de una asignatura que tiene en cuenta la descripción del cuerpo de conocimiento sobre DSDM que acabamos de identificar.

3. Planificación de la asignatura

En el plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática en Ingeniería del Software de la Universidad de Extremadura se ha incluido la asignatura Diseño y Modelado de Sistemas Software para desarrollar, entre otros, los contenidos sobre DSDM. Esta asignatura se imparte en el segundo semestre de tercer curso. Los estudiantes ya han cursado las asignaturas comunes a la rama de Informática y, por tanto, ya tienen conocimientos sobre Ingeniería del Software, programación, algoritmia o sistemas operativos, entre otros.

Esta asignatura se estructura en dos partes. Por una parte encontramos los contenidos correspondientes a DSDM y, por otra, contenidos relacionados con los principios de diseño, modelado de arquitecturas software y patrones de diseño. La arquitectura software se trata en la asignatura como un dominio específico, susceptible ser modelado a partir de un lenguaje

específico de dominio.

Centrándonos en los contenidos de la asignatura relacionado con DSDM se incluyen los temas identificados en la sección anterior que se impartirán en sesiones de grupo grande, laboratorios y tutorías programadas:

- Tema 1. Metamodelado y definición de sintaxis abstracta. Restricciones semánticas.
- Tema 2. Definición de sintaxis concreta. Sintaxis concreta gráfica y sintaxis concreta textual.
- Tema 3. Transformaciones modelo a modelo.
- Tema 4. Transformaciones modelo a código.
- Tema 5. Diseño software
- Tema 6. Arquitectura software

Esta asignatura tiene asignadas 38 horas de grupo grande en sesiones de 1 hora, 22 horas de laboratorio en sesiones de 1'5 horas y 4 horas de tutorías programadas (clases en grupos pequeños de 5 personas). Para evaluar esta asignatura se han planificado un conjunto de actividades que formarán el portafolio del estudiante, un proyecto de desarrollo y distintas pruebas escritas. La planificación de las pruebas de evaluación a lo largo del curso facilita el trabajo continuo en la asignatura y la distribución de los esfuerzos del estudiante. De este modo el estudiante no tiene que enfrentarse a un único examen, sino que puede ir superando poco a poco la asignatura y sumar puntos a partir de las actividades.

La asignatura cuenta con un aula virtual de apoyo a la docencia presencial basada en Moodle donde los estudiantes disponen antes de las sesiones del material necesario para preparar las sesiones, tanto de teoría como de laboratorio. En este mismo aula virtual los estudiantes entregan sus tareas y proyectos, o realizan pruebas sobre la materia impartida. Concretamente, el aula virtual está estructurado en las secciones: teoría, prácticas, portafolio y proyecto.

Veamos la distribución de las actividades y las metodología de evaluación utilizada en cada caso, donde se identificarán actividades individuales y actividades grupales, así como el tipo de evaluación.

Tal y como puede observarse en la Figura 1, el portafolio de actividades está compuesto por un conjunto de actividades de evaluación continua, donde cada actividad dispone de una descripción para su desarrollo y evaluación. Mientras que el desarrollo de las actividades puede ser individual o en grupo, la evaluación puede incluir revisión por parte del profesor o revisión por pares entre los propios estudiantes (co-evaluación). Durante el curso se proponen una serie de actividades:

1. Estudio de un Lenguaje Específico de Dominio (DSL). Concretamente se trata un DSL para el desarrollo de videojuegos 2D.
2. Elaboración de un metamodelo para un dominio

	Portafolio				Proyecto	Pruebas Escritas	
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Proyecto	Prueba Escrita 01	Prueba Escrita 02
Individual/Grupal	Individual	Individual	Grupal	Individual	Grupal	Individual	Individual
Evaluación	Profesores	Profesores	Co-evaluación	Profesores	Profesores/Rúbrica	Profesores	Profesores

Figura 1: Distribución de actividades de evaluación y tipo de evaluación

concreto identificado por el profesorado (por ejemplo, máquina de estados, redes de petri, base de datos, aplicaciones móviles, etc.). Elaboración de restricciones semánticas a los metamodelos con OCL (Object Constraints Language)[12].

3. Elaboración de la sintaxis concreta, tanto gráfica como textual, de un metamodelo simple.
4. Elaboración de una cadena de transformaciones modelo a modelo y modelo a código, utilizando distintas herramientas para la definición de transformaciones modelo a modelo (ATL [1]) y transformación de modelo a código (Acceleo [4]).

El proyecto propuesto a los estudiantes versa sobre la creación de un lenguaje específico de dominio para la definición de sitios Web, similar al propuesto en [2]. Este lenguaje específico de dominio debe incluir: la sintaxis abstracta del lenguaje, las restricciones OCL, la definición de la sintaxis concreta (gráfica o textual) y el desarrollo de un conjunto de reglas de transformación de modelo a texto que permita la generación de una aplicación web funcional. La aplicación web generada debe incluir el código SQL para crear las tablas de la base de datos correspondiente, las páginas de CRUD asociadas a las tablas (create, read, update y delete), así como el código CSS que permite definir la aplicación Web con aspecto agradable.

Este trabajo se realizó en grupos de tres estudiantes, los cuales definieron, desarrollaron, documentaron y presentaron sus proyectos. Cabe destacar que para apoyar el desarrollo del proyecto se planificaron dos tutorías programadas para estos grupos de estudiantes, donde tuvieron la oportunidad de justificar, debatir y corregir su proyecto antes de la presentación.

Además, se realizaron dos pruebas escritas que eliminaban materia. Estas pruebas escritas permiten a los estudiantes centrar sus esfuerzos a lo largo de múltiples hitos de evaluación. No obstante, en esta asignatura, las pruebas parciales con eliminación de materia son relativas, ya que los conceptos y habilidades adquiridas para desarrollar una de las pruebas también son necesarios para las siguientes pruebas.

En relación a los requisitos para aprobar la asignatura, cabe destacar que el portafolio supone el 30 % de la calificación final, no requiere una calificación mínima y no puede recuperarse en sucesivas convocatorias.

Sin duda, el portafolio de actividades es la principal herramienta para conseguir que los estudiantes sigan la asignatura de forma activa. Por su parte, el proyecto tiene asociado un peso del 35 % de la calificación final, siendo necesario obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 puntos. Finalmente, las pruebas escritas también requieren una calificación mínima de 5 sobre 10 puntos y, al igual que el proyecto, tienen un peso en la calificación final de la asignatura del 35 %. Las distintas pruebas parciales deben aprobarse por separado (entiéndase el aprobado con una calificación mínima de 5 sobre 10 puntos).

4. Proceso de mejora continua, resultados obtenidos y plan de mejora

En esta sección se presenta un proceso de mejora continua de definido para la asignatura. El análisis de los datos obtenidos se llevan a cabo a partir de los resultados de la asignatura desde dos puntos de vista: resultados académicos y proceso de enseñanza aprendizaje. Mientras que los resultados académicos de los estudiantes se centrarán en las calificaciones obtenidas en los distintos artefactos de evaluación (portafolio, proyecto y pruebas escritas), los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje se argumentan a partir de los resultados obtenidos tras aplicar la encuesta Student Experience of Education Questionnaire (SEEQ) [10]. El análisis de los datos obtenidos de estas dos fuentes permite proponer un plan de mejora de la asignatura para el curso siguiente.

4.1. Proceso de mejora continua

En la Figura 2 podemos observar gráficamente la estructura de un proceso de mejora continua general que puede ser aplicado a la docencia. En [7] se describe la necesidad de elaborar un plan de mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje que debe seguir el ciclo PDCA: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

Planificar supone analizar las características de la asignatura, los estudiantes, la descripción y cuantificación temporal de las actividades, los requisitos de evaluación, la selección de las metodologías docen-

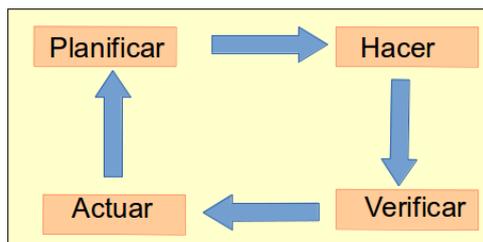


Figura 2: Plan de mejora continua PDCA (Plan, Do, Check, Action)

tes y la redefinición, en su caso, del propio proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se deben establecer las metas que se quieren conseguir con el proceso. **Hacer** implica llevar a cabo en el aula las soluciones seleccionadas. **Verificar** incluye el registro de las soluciones adoptadas, la toma de evidencias sobre el proceso y el análisis de las mismas. **Actuar** incluye la consolidación de las soluciones adoptadas que han sido eficaces y la identificación de las acciones correctoras o planes de mejora que se deben llevar a cabo. Posteriormente, se analiza de nuevo la información disponible para volver a Planificar, incluyendo las directrices marcadas en el plan de mejora.

Este proceso simple de mejora continua se ha llevado a cabo en esta asignatura que, como se ha indicado, se impartía por primera vez. Por tanto, no existía un plan de mejora anterior que llevar a cabo. Tras el desarrollo del programa completo y de la agenda del estudiante de la asignatura (Planificar) y tras impartirla durante el curso 2012/13 (Hacer), se procedió a Verificar los resultados académicos y el proceso de enseñanza-aprendizaje, identificando los puntos débiles del mismo así como aquellos aspectos que mejor habían funcionado (Verificar) y a proponer un plan de mejora para el curso 2013/14 (Actuar).

4.2. Resultados académicos

La calificación final obtenida por los estudiantes se calcula a partir del conjunto de pruebas de evaluación: actividades de portafolio, proyecto y pruebas escritas.

La planificación del trabajo y de las pruebas de evaluación a lo largo del semestre facilita la distribución de los esfuerzos del estudiante. En este sentido, la asistencia a clase de los estudiantes deber ser habitual. Concretamente, en el curso que estamos analizando, la asistencia a clase de los estudiantes puede considerarse de excelente. Así, por ejemplo, a las tutorías programadas asistió el 100 % de los estudiantes, mientras que la media de asistencia a las sesiones de laboratorio estuvo en el 92 %. No se dispone de datos de asistencia a las sesiones de grupo grande ya que no se llevó el control de las mismas.

	Actividad01	Actividad02	Actividad03	Actividad04
% Presentados	93,10%	93,10%	82,76%	96,55%
Calificación media	7,78	7,87	6,56	9,55

Figura 3: Porcentaje de actividades presentadas y media de las calificaciones obtenidas

Las estadísticas de entrega y desarrollo de las actividades propuestas en el portafolio pueden observarse en la Figura 3. En él aparece la lista de actividades, el porcentaje de entrega de las mismas y la media de calificación obtenida. El porcentaje de actividades presentadas oscila entre el 82 % y el 96 %, lo cual muestra la implicación de los estudiantes en el desarrollo de las actividades. Respecto a las calificaciones obtenidas, estas oscilan entre 6,5 y 9,5 sobre 10.

Tal y como se ha indicado en el apartado de planificación, los estudiantes debían desarrollar un lenguaje específico de dominio como proyecto. Concretamente, un lenguaje para modelar aplicaciones web. La media de las calificaciones obtenidas en el proyecto por los grupos fue de 7,6 sobre 10. Sin embargo, aunque los trabajos estaban bien desarrollados y documentados, se apreciaba que los componentes de los grupos habían contribuido de forma desigual. En este sentido, se vio imprescindible establecer más controles de trabajo en grupo mediante políticas de reparto de calificaciones entre los miembros del grupo o la inclusión de defensas individualizadas.

Finalmente, todas las pruebas escritas parciales las aprobaron el 30 % de los estudiantes, mientras que otro 40 % adicional aprobó alguno de los exámenes parciales. Así, en la primera convocatoria oficial de examen de la asignatura, incluidos los resultados del examen final, el número de estudiantes que aprobaron la asignatura fue del 76 % del total de estudiantes matriculados en la asignatura.

4.3. Resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje

Los estudiantes valoraron positivamente el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura mediante la encuesta estándar SEEQ [10]. Esta encuesta analiza aspectos claves en este proceso tales como el aprendizaje, el entusiasmo del profesor, la organización, la interacción con el grupo, la actitud personal, el trabajo del curso o la carga y dificultad del trabajo. Muchos de estos aspectos fundamentales son imposibles de analizar a partir de los resultados de otras encuestas habituales como las encuestas de satisfacción del estudiante que usan las Universidades para valorar el trabajo del profesor.

En la Figura 4 podemos ver resumidas las principales categorías del proceso de enseñanza aprendizaje organizados a partir de los apartados que componen la

encuesta SEEQ: aprendizaje, entusiasmo del profesor, organización, interacción con el grupo, actitud personal, contenido, exámenes, trabajo del curso, visión general así como características del estudiante y del curso. Nótese que el valor de cada una de las categorías que se presentan corresponde a la media aritmética de los resultados de las preguntas que forman cada categoría en la encuesta SEEQ, normalmente 3 o 4 preguntas. El valor de cada pregunta se encuentra en el rango de 0 a 5.

La valoración del aprendizaje, donde el 78,6 % de los estudiantes lo valoran con 5 puntos, es especialmente representativo de las sensaciones que los estudiantes tienen sobre el curso ya que, en esta categoría, se incluyen respuestas relativas a si el estudiante ha aprendido cosas que considera valiosas, si ha aumentado el interés de la materia, si el curso ha sido intelectualmente estimulante o si ha aprendido y comprendido los contenidos del curso. No cabe duda que el DSDM es una materia novedosa que abre un abanico amplio de posibilidades de aplicación.

La organización del curso, donde 64,25 % de los estudiantes lo valora con 5 puntos, nos permite deducir que, aunque la valoración es positiva, los estudiantes aprecian que a la asignatura debe mejorar en los aspectos organizativos. La falta de tiempo para tomar apuntes en clase es uno de los aspectos con menor valoración en esta categoría. Por el contrario, entre los aspectos mejor valorados se encuentra el material del curso, que les pareció bien preparado y que se había explicado cuidadosamente.

Otro de los aspectos que se debía mejorar era la interacción con el grupo (el 64 % de los estudiantes marcaron este criterio con una valoración de 4 puntos, mientras que otro 35,7 % de los estudiantes lo marcaron con 5 puntos). En este sentido cabe destacar la falta de tiempo para realizar actividades en clase de grupo grande, ya que normalmente estas clases se dedican a lecciones magistrales. Con el objetivo de mejorar este aspecto, se pretende la incorporación parcial de una metodología flipped classroom [5] que permita eliminar de las sesiones de grupo grande aquellos aspectos centrados puramente en la exposición directa de contenidos, los cuales pueden ser grabados y almacenados en formato audiovisual para que los estudiantes los vean en su casa. De este modo, las clases de grupo grande se pueden centrarse en la ejemplificación, resolución de dudas y debate de los contenidos que los estudiantes ya deben haber visto.

La categoría de contenidos incide principalmente en aspectos relacionados con la presentación de planteamientos alternativos a las teorías expuestas, origen y fundamentos de las ideas y/o conceptos o discusión sobre avances actuales en la materia. Así, teniendo en cuenta la propia idiosincrasia de la asignatura pode-

mos indicar que los aspectos de actualidad y debate son prácticamente intrínsecos a la misma. Por ello, el resultado en esta categoría, donde el 50 % de los estudiantes otorgaron una valoración de 4 puntos y otro 50 % de los estudiantes otorgaron una valoración de 5 puntos demuestra que los estudiantes aprecian estos aspectos de justificación, actualidad y debate.

La apreciación de los estudiantes respecto a los exámenes y el trabajo del curso es positiva, ya que el 65 % de los estudiantes valoró este criterio con 4 puntos y otro 28,5 % de los estudiantes lo valoró con 5 puntos. En estas categorías se incluyen aspectos como la adecuación de los métodos de evaluación, los contenidos de los exámenes, el material adicional de ayuda, adecuación de los trabajos evaluados a los contenidos del curso, la retroalimentación realizada sobre los trabajos evaluados, etc. No obstante, debemos reflexionar sobre esta calificación y proponer mecanismos de mejora.

Por último, destacar la valoración global del proceso de enseñanza-aprendizaje que podemos obtener de la categoría “visión general”, donde el 64,3 % de los estudiantes valoró este criterio con 5 puntos y otro 28,5 % de los estudiantes lo valoró con 4 puntos.

Los resultados obtenidos en la asignatura, a tenor de la encuesta SEEQ, son satisfactorios y nos permiten avalar la labor realizada, siendo conscientes de la necesidad de mejora en los aspectos identificados previamente.

5. Plan de mejora de la asignatura

A la vista de los datos recopilados mediante la encuesta SEEQ, a continuación se enumeran aquellos aspectos que es necesario mejorar de cara al curso actual. Recordemos que se trata de una asignatura de segundo semestre que, en el momento de escribir este trabajo se está impartiendo por segunda vez. Así, las recomendaciones que a continuación se indican se están aplicando durante el presente curso.

- En primer lugar merece la pena razonar sobre la necesidad de que las distintas actividades sean individuales ya que, en buena medida, la materia permite la discusión, el debate entre los estudiantes, fruto del cual las soluciones de modelado conceptual deben ser más ricas y elaboradas. Así, para el siguiente curso docente se incorporan actividades del portafolio grupales. En este sentido, la mayor parte de las actividades se propondrán en parejas.
- Uno de los aspectos que se debe mejorar es la retroalimentación ofrecida al estudiante, principalmente porque, aunque fue bastante completa, no fue lo suficientemente rápida. En este sentido, como mejora para el siguiente curso, se incorporan

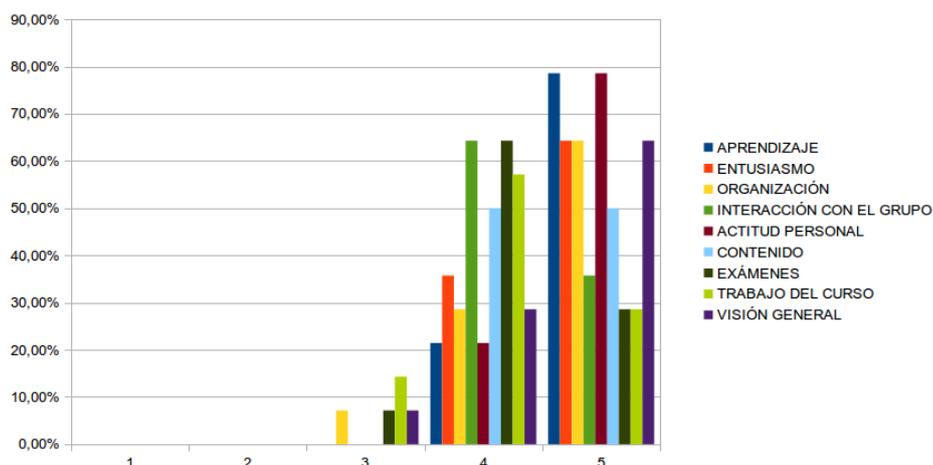


Figura 4: Resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje aplicando la encuesta SEEQ, presentados como porcentajes de distribución.

políticas de evaluación por pares que, por una parte, permitirán obtener feedback en menor tiempo y, por otra parte, permitirán a los estudiantes usar el rol de profesor para evaluar, tomando así conciencia de la importancia y la dificultad del proceso de evaluación y aprendiendo a valorar su trabajo y el de sus compañeros.

- El portafolio debe servir de reflexión al estudiante, algo que en la descripción de actividades planteadas no estaba contemplado. Será necesario incorporar mecanismos para que los estudiantes realmente vuelquen sus impresiones y valoraciones respecto al trabajo y los resultados que están obteniendo de la asignatura.
- Es necesario mejorar la interacción con el grupo. Se debe conseguir una mayor participación del estudiante en las clases, especialmente en las de grupo grande. Para ello, por una parte será necesario dedicar tiempo adicional a actividades, ejercicios, discusión y reflexión. La forma de obtener este tiempo extra pasa por reducir el tiempo dedicado a las exposiciones magistrales y aumentar las metodologías activas.

6. Conclusiones

Las asignaturas sobre el desarrollo de software dirigido por modelos son pertinentes en los planes de estudios actuales en las titulaciones de Ingeniería Informática.

Se ha presentado una propuesta de asignatura que desarrolla los conceptos básicos sobre los que se sustenta la disciplina del desarrollo de software dirigido

por modelos tanto desde un punto de vista teórico como práctico. Asimismo, se ha desarrollado un proceso simple de mejora continua. Este proceso está basado en el ciclo PDCA (Plan, Do, Check & Action; Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). En nuestro caso, no existía un plan de mejora anterior ya que la asignatura se impartía por primera vez, siendo nuestro principal objetivo la verificación de proceso de enseñanza-aprendizaje y, en su caso, la definición de un plan de mejora de la asignatura para el curso siguiente. Para llevar a cabo la verificación del proceso enseñanza-aprendizaje se ha utilizado la encuesta SEEQ. Tras el análisis de esta encuesta se han identificado aspectos que se pueden mejorar y que ya forman parte de la planificación y la puesta en práctica del curso actual.

Referencias

- [1] Atlas transformation language (ATL). <http://www.eclipse.org/m2m/atl/>, 2012.
- [2] Marco Brambilla, Jordi Cabot y Manuel Wimmer. Model-Driven Software Engineering in Practice. Synthesis Lectures on Software Engineering. Morgan & Claypool Publishers, 2012.
- [3] Directrices del Consejo de Universidades sobre Ingeniería Informática. <https://www.boe.es/boe/dias/2009/08/04/pdfs/BOE-A-2009-12977.pdf>, 4 de Agosto 2009.
- [4] Eclipse. <http://www.eclipse.org/acceleo/>, 2012.
- [5] Gerald C. Gannod, Janet E. Burge, y Michael T. Helmick. Using the inverted classroom to teach

- software engineering. En actas del 30th international conference on Software engineering, ICSE '08, páginas 777–786, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [6] Jesús García Molina, Felix O. García Rubio, Vicente Pelechano, Antonio Vallecillo, Juan M. Vara, y Cristina Vicente-Chicote. Desarrollo de Software Dirigido por Modelos: Conceptos, Métodos y Herramientas. RA-MA, 2013.
- [7] Jordi Hernandez Marco y Miguel Valero Garcia. ¿Qué significa implantar un sistema de calidad dentro del aula? En actas XIC. UPC, 31/07/2003 ISBN ISBN84-688-2216-7. XI Congreso de innovación, 2003.
- [8] IEEE Computer Society. Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK). Angela Burgess, EUA, 2004.
- [9] Mercedes Marqués y Ferrández R. Investigación práctica en educación: Investigación-acción. En actas de las Jenui, páginas 359–365. Sevilla, 2011.
- [10] H. W. Marsh. Seeq: A reliable, valid, and useful instrument for collecting students' evaluations of university teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 52(1):77–95, Febrero 1982.
- [11] Wiki of Software Engineering body of Knowledge. <http://www.sebokwiki.org/>, 2014.
- [12] Object Management Group (OMG). Object constraint language (ocl). version 2.3.1, 2012.