

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



VICERRECTORADO DE PERSONAL DOCENTE E
INVESTIGADOR

**APLICACIÓN DE NUEVAS
METODOLOGÍAS DOCENTES A
UNA ASIGNATURA BASADA EN
PROYECTOS**

Proyecto de Cambio Docente

Alejandro Bellogín Kouki

Mayo 2017

APLICACIÓN DE NUEVAS METODOLOGÍAS DOCENTES A UNA ASIGNATURA BASADA EN PROYECTOS

AUTOR: Alejandro Bellogín Kouki

TUTOR: Rosa Carro Salas

Information Retrieval Group (IRG)
Departamento de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Mayo 2017

Resumen

Existen muchas asignaturas de distintas ramas donde las metodologías docentes aún no se han comenzado a aplicar, a pesar de sus evidentes ventajas en términos de incremento de la motivación de los estudiantes, mejora en las habilidades sociales y de comunicación, aprendizaje autónomo, etc. Sin duda, un obstáculo que se suele presentar es el de no conocer estas metodologías, pero cuando se conocen, una razón habitual para no aplicarlas es su dificultad o el excesivo trabajo adicional para integrarlas en una asignatura.

En esta memoria presentamos un resumen de varias de las metodologías más comunes y eficaces a la hora de aportar valor al docente. Después de esta revisión, se analizarán y estudiarán en el contexto de una asignatura basada en proyectos para ver qué tipo de actividades podrían encajar mejor según los objetivos que se persiguen. Por último, y basándonos en los resultados obtenidos después de haber aplicado algunas de estas metodologías a un curso de la asignatura en cuestión, ofrecemos una serie de conclusiones y analizamos el potencial de estas metodologías, así como posibles vías futuras para continuar explorando.

Palabras Clave

Metodologías docentes, Gamificación, Aprendizaje Cooperativo, Evaluación de Aprendizaje, Aprendizaje basado en proyectos, Programación.

Abstract

There are several courses in different branches of knowledge where teaching methodologies have not been applied yet, despite their obvious advantages in terms of increasing student motivation, improvement of social and communication skills, autonomous learning, etc. Certainly, not knowing these methodologies is a frequent issue, but even when they are known, a typical reason to not apply them is their difficulty or the excessive amount of additional work needed to integrate them in a given course.

In this report, we present a summary of some of the most common and efficient methodologies when adding value to the teacher. After this review, they will be analysed and studied in the context of a project-based course to see which type of activities may fit better according to the desired goals. Finally, and based on the results obtained after applying some of these methodologies to the aforementioned course, we offer a series of conclusions and analyse the potential of these methodologies, together with possible future directions to continue exploring.

Keywords

Teaching methodology, Gamification, Cooperative Learning, Learning Evaluation, Project-based Learning, Programming.

Índice general

Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	VIII
Glosario	XI
1. Introducción	1
1.1. Contexto	1
1.2. Motivación y Objetivos	2
1.3. Estructura	3
2. Metodologías y herramientas docentes	5
2.1. Aprendizaje basado en proyectos	5
2.2. Aprendizaje basado en problemas	6
2.3. Aprendizaje cooperativo	7
2.4. Aprendizaje autónomo y Estilos de aprendizaje	8
2.5. Gamificación	10
2.6. Presentaciones efectivas	12
2.7. Evaluación continua usando Kahoot! y Moodle	13
2.8. Aula invertida o <i>Flipped classroom</i>	14
2.9. Evaluación del aprendizaje	15
3. Propuesta de cambio docente	17
3.1. Modificaciones propuestas sobre la asignatura	17
3.1.1. Sobre la organización de la asignatura	18
3.1.2. Sobre la forma de dar clase	21
3.1.3. Sobre la interacción con los alumnos	22

3.1.4. Sobre la evaluación	24
3.2. Aplicación al curso 2016/17	25
4. Análisis y Discusión	29
4.1. Análisis del cambio propuesto	29
4.2. Resultados obtenidos	30
4.3. Auto-evaluación	31
5. Conclusiones y Trabajo futuro	33
5.1. Conclusiones	33
5.2. Trabajo futuro	34
Bibliografía	35
A. Ejemplos de uso de Moodle en el curso	39
A.1. Vista general del curso	39
A.2. Documentación asociada a actividades	39
A.3. Tests de autoevaluación	39
A.4. Para encuestas de trabajo en grupo	40
B. Uso de Kahoot! en el curso	45
B.1. Test sobre estilos de codificación	45
B.2. Test sobre Doxygen	45
C. Análisis psicométrico de los resultados de un examen	51
C.1. Preparación	51
C.2. Indicadores psicométricos del examen	52
C.3. Profecía de Spearman-Brown	53
C.4. Análisis de ítems	54
C.5. Análisis de las respuestas incorrectas	55
C.6. Revisión de redacción de preguntas	56

Índice de Figuras

A.1. Ejemplo de cómo está organizado el curso de Moodle.	40
A.2. Ejemplo de documentación asociada a una actividad tipo puzzle que se muestra en el curso de Moodle.	41
A.3. Ejemplo de test de autoevaluación en Iteración 1 que se muestra en el curso de Moodle.	42
A.4. Ejemplo de test de autoevaluación en Iteración 3 que se muestra en el curso de Moodle.	43
A.5. Ejemplo de encuesta de trabajo en grupo en Iteración 1 que se muestra en el curso de Moodle.	43
B.1. Resumen de test hecho con Kahoot! sobre estilos de codificación.	46
B.2. Resultados obtenidos con el test de Kahoot! sobre estilos de codificación.	47
B.3. Resumen de test hecho con Kahoot! sobre Doxygen.	48
B.4. Resultados obtenidos con el test de Kahoot! sobre Doxygen.	49
C.1. Histograma de puntuaciones en examen tipo test del curso 2015/2016.	52

Índice de Tablas

1.1. Planificación de PPROG antes del cambio docente.	4
3.1. Planificación de PPROG realizada durante el curso 2016/17. En cursiva las actividades relacionadas con el cambio docente propuesto.	27
4.1. Respuestas agregadas al Cuestionario de Incidencias Críticas realizado en la semana 7.	30
C.1. Análisis de ítems en examen tipo test del curso 2015/2016.	54

Glosario

ABP Aprendizaje Basado en Proyectos (ver Sección 2.1) o Aprendizaje Basado en Problemas (ver Sección 2.2). A lo largo de este documento se usarán estas siglas sólo para la primera metodología docente, pero en la literatura se usa para ambos.

AC Aprendizaje Cooperativo (ver Sección 2.3).

C Lenguaje de programación muy popular, es el que se utiliza en PPROG.

Doxygen Generador de documentación para varios lenguajes (entre ellos, C) que se utiliza en la asignatura de PPROG.

EEES Espacio Europeo de Educación Superior.

Formación Docente El Programa de Formación Docente de la UAM ofrece acciones formativas al personal docente de la UAM, entre ellas, la asistencia a cursos donde se aprenden las metodologías docentes incluidas en esta memoria.

Moodle Plataforma para gestionar cursos utilizada en la UAM (ver Sección 2.7).

PPROG Proyecto de Programación; asignatura de Primer curso del Grado en Ingeniería Informática sobre la que se han aplicado las metodologías docentes presentadas en esta memoria.

Quinta competencia La quinta competencia básica en estudios de Grado según el Real Decreto 1393 es el aprendizaje autónomo (ver Sección 2.4).

UAM Universidad Autónoma de Madrid.

1

Introducción

En este capítulo se presenta un resumen general del proyecto, incluyendo el contexto en el que se plantea (Sección 1.1), los objetivos que se pretenden conseguir así como la motivación principal para realizar este proyecto (Sección 1.2) y la estructura de este documento (Sección 1.3).

1.1. Contexto

La asignatura sobre la que se plantea el cambio docente se llama Proyecto de Programación, y se cursa en Primero del Grado en Ingeniería Informática. Es una asignatura meramente práctica, donde los alumnos trabajan en equipo durante el cuatrimestre para realizar un proyecto de programación. No obstante, se pueden distinguir dos bloques diferenciados durante la asignatura: en la primera parte, mientras los estudiantes desarrollan las primeras versiones del proyecto, distintos temas relacionados con el trabajo en equipo y otros aspectos de programación se presentan en horas de clase, combinando por tanto partes teóricas y prácticas; en la segunda parte (a partir de la octava semana), los estudiantes dedican todas sus horas al proyecto, desapareciendo la parte teórica.

La evaluación de la asignatura tiene en cuenta la entrega de distintas versiones del proyecto así como una evaluación final usando un examen, donde se evalúan cuestiones teóricas (en formato examen tipo test) y prácticas (como preguntas abiertas). Las competencias principales que se pretenden desarrollar en los estudiantes a través de esta asignatura son, por tanto: trabajar en equipo de manera efectiva, redactar documentación de un programa informático, diseñar, implementar e integrar diferentes módulos de un programa, y verificar y validar un programa.

La Tabla 1.1 muestra la planificación de partida para la asignatura. En ella se puede observar cómo están planteadas las semanas de acuerdo a los créditos ECTS correspondientes (8 horas semanales de trabajo), de manera que todos los grupos que se imparten en paralelo mantienen la misma planificación. A lo largo del Capítulo 3 se revisará esta planificación atendiendo al proyecto de cambio docente objeto de esta memoria, incluyendo las actividades derivadas de las metodologías docentes aplicadas.

1.2. Motivación y Objetivos

En este contexto, se van a plantear distintas actividades orientadas a aumentar la motivación de los estudiantes y enfocadas a la consecución de las competencias indicadas previamente. Estas actividades se basan, sobre todo, en principios del aprendizaje cooperativo y técnicas de gamificación, pero también se integrarán otras metodologías docentes con el mismo objetivo. En general, estas actividades y las metodologías docentes que se van a proponer están muy relacionadas con cursos realizados dentro del programa de Formación Docente de la Universidad Autónoma de Madrid y de los que se ha sacado el material para realizar este cambio docente:

- Aprendizaje cooperativo. Se usarán distintas tareas del aprendizaje cooperativo en varias de las actividades que se proponen.
- Gamificación. Las técnicas aprendidas en este curso servirán para aumentar la motivación de los estudiantes a lo largo de toda la asignatura.
- Evaluación de competencias. Varias de las actividades indicadas se proponen con una clara referencia a las competencias que se pretenden desarrollar durante la asignatura.
- Evaluación del aprendizaje. Aunque este curso no se aplica de manera explícita a las actividades que se han propuesto, sí que se van a introducir y aplicar las técnicas vistas en el mismo para mejorar el proceso de evaluación de la asignatura.
- La expresión de ideas. En las actividades correspondientes se darán directrices a los estudiantes acerca de hablar en público, tarea que tendrán que realizar en fases de presentación y evaluación de soluciones entre los diferentes equipos.
- La quinta competencia. El aprendizaje autónomo es una de las características que se quiere inculcar a los estudiantes a través de las actividades propuestas.
- Effective presentations in English. Aunque esta asignatura es meramente práctica, tiene un componente no despreciable de temario que hay que presentar (y en inglés, como se verá más adelante), por lo que las lecciones obtenidas en este curso tienen una aplicación directa y evidente en la asignatura.
- Moodle 2.0 (Actividades, Cuestionarios, Calificaciones). Algunas de las actividades se desarrollarán a través de Moodle, aprovechando lo aprendido en estos tres cursos.

En definitiva, la inclusión de estas actividades en la asignatura pretende para los estudiantes:

- Aumentar la motivación.
- Aumentar la integración y colaboración.
- Desarrollar habilidades de trabajo en grupo.
- Desarrollar habilidades de comunicación oral.
- Desarrollar las capacidades para el aprendizaje autónomo.

Estos objetivos toman un papel aún más importante si se tiene en cuenta que la asignatura donde se van a aplicar estas nuevas metodologías docentes es de primer curso. Los estudiantes de primero, en general, muestran más reticencia a interactuar con el profesor y en clase, y desconocen los mecanismos de evaluación propios de la universidad ni lo que se espera de ellos (aprendizaje autónomo, toma de responsabilidades, etc.).

Más aún, y como se verá más adelante (Capítulo 3), el grupo en el que se ha terminado aplicando el cambio docente recibe su docencia en inglés, lo cual limita más aún la participación y habilidades comunicativas al tener los estudiantes menos seguridad en sí mismos. Es por ello que consideramos el uso de estas metodologías y actividades participativas debidamente justificado y esperamos que se desarrollen los objetivos mencionados anteriormente en todos los cursos en los que se aplique.

1.3. Estructura

Esta memoria está dividida en los siguientes capítulos:

Capítulo 1. Introducción: este capítulo, donde se describe la motivación para hacer este trabajo y el contexto en el que se plantea.

Capítulo 2. Metodologías y herramientas docentes: detalle de las distintas metodologías y herramientas docentes estudiadas a lo largo de los cursos de *Formación Docente* y que van a formar parte de la propuesta.

Capítulo 3. Propuesta de cambio docente: análisis de las metodologías docentes presentadas previamente y cómo se combinan en una propuesta de cambio docente para una asignatura.

Capítulo 4. Análisis y Discusión: discusión sobre el cambio docente presentado en el capítulo anterior así como de los resultados obtenidos hasta la fecha.

Capítulo 5. Conclusiones y Trabajo futuro: resumen de las conclusiones obtenidas en este trabajo así como de las principales decisiones y lecciones aprendidas durante el mismo, incluyendo aspectos a mejorar o modificar en el futuro.

Apéndices: información adicional sobre las actividades desarrolladas.

Semana	Clase (1h)	Clase (2h)	Fuera de clase (5h)
1	Presentación asignatura (30') Presentación proyecto (30')	Enunciado iteración 1 (30') Presentación GNU (30') Actividad Makefile (1h)	Pensar grupos 2-3 personas (30') Entrega y prueba Makefile (30') Reunión para división de tareas (1h) Comienzo de tareas I1 (3h)
2	Estilo de codificación (1h)	Revisión makefile entregado (30') Trabajar en I1 (1h 30')	Actividad estilo de codificación (1h) Trabajo en I1 (4h)
3	Trabajo en equipo (1h)	Trabajar en I1 (2h)	Acta de reunión (30') Entrega I1 (4h 30')
4	Enunciado iteración 2 (30') Propuesta grupos (10') Trabajar en I2 (20')	GDB y DDD (30') Módulos y bibliotecas (30') Control de versiones (30') Revisar I1 / Trabajar en I2 (30')	Trabajo en I2 (5h)
5	Trazas y pruebas (30') Trabajar en I2 (30')	Trabajar en I2 (2h)	Trabajo en I2 (5h)
6	Diseño de bibliotecas (30') Trabajar en I2 (30')	Trabajar en I2 (2h)	Entrega I2 (5h)
7	Enunciado iteración 3 (30') Propuesta grupos (10') Trabajar en I3 (20')	Doxygen (30') Planificación de proyectos (30') Revisar I2 / Trabajar en I3 (1h)	Actividad planificación (1h) Trabajo en I3 (4h)
8	Pruebas (30') Valgrind (30')	Trabajar en I3 (2h)	Trabajo en I3 (5h)
9	Trabajar en I3 (1h)	Trabajar en I3 (2h)	Entrega I3 (5h)
10-12	Enunciado iteración 4 (30') Trabajar en I4 (2h 30')	Revisar I3 (1h) Trabajar en I4 (5h)	Trabajo en I4 (15h)
13	Trabajar en I4 (1h)	Trabajar en I4 (2h)	Entrega I4 (5h)
	Prueba individual final		

Tabla 1.1: Planificación de PPROG antes del cambio docente.

2

Metodologías y herramientas docentes

En este capítulo se describen las metodologías y herramientas docentes que se van a integrar en la asignatura (PPROG) de cara a cumplir los objetivos indicados en el capítulo anterior. El orden en el que se presentan estas metodologías y herramientas en el capítulo se ha elegido según su mayor o menor relación *a priori* con la asignatura en cuestión.

2.1. Aprendizaje basado en proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL, de *Project-based learning*) es una metodología docente basada en el alumnado como protagonista de su propio aprendizaje. En esta metodología, el aprendizaje de conocimientos tiene la misma importancia que la adquisición de habilidades y actitudes. De hecho, es una estrategia educativa que pretende salvar las deficiencias de un modelo de aprendizaje mecánico y memorístico (Aranda, 2009).

Este tipo de aprendizaje consiste en plantear una problemática real a un grupo de alumnos, para cuya solución tendrán que trabajar de forma colaborativa en un proyecto que tendrán que diseñar siguiendo unas pautas iniciales marcadas por el profesor, y donde cada alumno tiene un rol individualizado con unos objetivos a conseguir. Además, esta estrategia educativa supone un gran instrumento para trabajar con grupos de alumnos que presentan estilos de aprendizaje y habilidades diferentes (Blumenfeld et al., 1991).

Mediante la realización de proyectos en clase, se pretende motivar y hacer partícipe a todos los miembros del grupo en una tarea conjunta, cuyos resultados son aplicables al mundo real. Asimismo, se introducen áreas transversales que se pueden evaluar al mismo

tiempo que aspectos puntuales de la asignatura, así como el uso de nuevas tecnologías y aumentar las habilidades sociales y de comunicación.

Para conseguir estos objetivos utilizando esta forma de aprendizaje, Aranda (2009) señala ciertos elementos que tienen que estar bien establecidos:

- Resolver la problemática para la cual se va a trabajar en el proyecto.
- Los objetivos del proyecto global.
- Los objetivos de cada participante.
- Las instrucciones iniciales que recibe cada participante.
- El tipo de evaluación final.

Obviamente, dado que no todos los estudiantes son iguales, los proyectos se deberían diseñar para incluir elementos que aumenten al máximo el interés del alumno, incluyendo variedad, retos, elección y cooperación al servicio de contestar preguntas reales. Además, en este diseño también se pueden tener en cuenta las habilidades mentales del estudiante y su conocimiento previo, de manera que sientan que pueden tener éxito en la asignatura (Blumenfeld et al., 1991).

En (Barron et al., 1998) se discuten distintas lecciones aprendidas en el contexto de ABP, y se propone el uso del *aprendizaje basado en problemas* como pasos previos a la realización de proyectos demasiado abiertos. En la siguiente sección describimos esta metodología que, como se puede ver, está muy relacionada con el aprendizaje basado en proyectos.

2.2. Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, esta metodología se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir ese temario.

En (Barrows, 1986) se define esta metodología como «un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos.» Aquí los protagonistas del aprendizaje son los propios alumnos, que asumen la responsabilidad de ser parte activa en el proceso. Como consecuencia de este proceso, los alumnos incrementan su confianza ya que se encuentran ante problemas resolubles, de los que pueden encontrar la solución por sí mismos. Además

se incrementa su interés por aprender, ya que este proceso va ligado a problemas realistas y prácticos, haciendo las clases más amenas y obteniendo satisfacción en la resolución de los problemas propuestos. Por otro lado, el esfuerzo del alumno crece ya que participa activa y progresivamente en la clase, lo cual se ve recompensado con un logro significativo en el aprendizaje y una mejora en el clima de la clase (García Sevilla et al., 2008).

Desde el punto de vista del profesor las ventajas de utilizar esta metodología también están claras. Teniendo en cuenta que los estudiantes mejoran su aprendizaje y su interés por aprender, el profesorado consigue una mejor actitud y clima en clase, lo cual genera una organización más satisfactoria que redundaría en una mejor valoración de la docencia, creando un círculo virtuoso que compensa el esfuerzo adicional creado al cambiar las lecciones magistrales en problemas digeribles por el alumno, lo cual supone muchas veces un obstáculo importante, por la dificultad de elaborar y generar buenos problemas (Gros et al., 2006).

Aunque esta metodología se puede aplicar a muy diversos contextos, ya hemos mencionado en la sección anterior que existen varias ventajas en desarrollarla conjuntamente con ABP (Barron et al., 1998). Un problema bien definido puede suponer el andamiaje (*scaffolding*) necesario para abordar subsecuentes proyectos más abiertos. En particular, un problema relativamente restringido puede aportar el vocabulario y conceptos iniciales, así como ayudar a los estudiantes a manejar pensamientos más complejos de cara a abordar un proyecto futuro. Siguiendo este proceso, en (Barron et al., 1998) se muestra que los estudiantes desarrollan a través de los problemas un nivel de conocimiento compartido y unas habilidades que les preparan para llevar a cabo proyectos reales, así como la posibilidad de desarrollar niveles más variados de habilidades y comprensión.

2.3. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo (AC) es una estrategia de aprendizaje que consiste en organizar una actividad donde los estudiantes trabajen en grupos de una manera coordinada para resolver un problema dado, el cual no puede ser resuelto por los estudiantes solos en el tiempo asignado a la tarea (Johnson and Johnson, 1975). Hay que distinguirlo del aprendizaje individualista – donde el alumno se centra únicamente en la realización de su tarea y en conseguir, a nivel individual, los resultados previstos – y del aprendizaje competitivo – donde los estudiantes compiten entre sí para lograr los resultados previstos; esto implica que un mejor rendimiento de un alumno o grupo de alumnos conlleva, necesariamente, que el rendimiento de los demás sea menor.

Existen diversas y numerosas técnicas asociadas al aprendizaje cooperativo: lectura por parejas, puzzles, divisiones de rendimiento por equipos, grupo de investigación, folio giratorio, etc. (Mayoral and Biondi, 2016). Algunas de ellas encajan dentro del denominado aprendizaje cooperativo informal (tareas de corta duración que se realizan en grupos muy pequeños, generalmente con los alumnos que se sientan más cerca, sirven para dinamizar las clases expositivas) y otras dentro del aprendizaje cooperativo formal (tareas de larga duración con un plan de trabajo detallado e impacto en la calificación, donde la

formación de los grupos se realiza de manera cuidadosa), pero todas ellas comparten las siguientes cinco características:

Interdependencia positiva Todos los miembros del grupo son necesarios para el éxito de la tarea. Para ello debe haber trabajo para todos, asignación de roles y una evaluación apropiada.

Exigibilidad individual Cada miembro del grupo debe poder rendir cuentas de cualquier parte del trabajo, aunque probablemente sepa más de su parte. Igualmente, cada miembro tiene que asumir la responsabilidad de conseguir las metas que se le han asignado.

Interacción cara a cara Los miembros del grupo deben reunirse físicamente con frecuencia para realizar parte de las tareas.

Habilidades interpersonales Programar actividades que faciliten el aprendizaje de habilidades interpersonales.

Autoevaluación del grupo Programar actividades que ayuden a los grupos a identificar qué tienen que mejorar para funcionar mejor y reflexionar sobre el funcionamiento del grupo.

Hay que mencionar que muchas veces se habla de aprendizaje colaborativo y dependiendo de los autores, este término es sinónimo del aprendizaje cooperativo o se admiten matices. Por ejemplo, Zañartu (2000) distingue AC, donde se necesita de mucha estructuración para la realización de la actividad por parte del docente, del aprendizaje colaborativo, donde el grupo precisa de mucha más autonomía y muy poca estructuración de la tarea por parte del profesor. Estas dos distinciones podrían encajar dentro de lo que hemos explicado anteriormente como aprendizaje cooperativo formal (AC) e informal (aprendizaje colaborativo). Sin embargo, otros autores como (Panitz, 1999) distinguen estas estrategias según quién diseña la estructura de interacciones y mantiene el control sobre sus decisiones: en caso de que sean los alumnos entonces el aprendizaje es colaborativo, si lo diseña el profesor, entonces estamos ante un aprendizaje cooperativo.

2.4. Aprendizaje autónomo y Estilos de aprendizaje

Los estudiantes que terminan sus estudios universitarios en la actualidad tendrán que adquirir y utilizar durante su vida laboral nuevos conocimientos, como consecuencia del desarrollo de la Ciencia y el cambio social y tecnológico. Estos nuevos conocimientos son absolutamente impredecibles y con seguridad serán muchos más, más amplios y diferentes de los que adquieran durante el periodo universitario. Esto explica y justifica la importancia de desarrollar, durante la etapa universitaria, las habilidades para el aprendizaje autónomo de las materias y disciplinas de su titulación. Es decir, “aprender a aprender en su profesión.”

Por ello, el Real Decreto 1393 de 2007, por el que se establece la ordenación de las actuales enseñanzas universitarias oficiales, define el concepto de competencias generales y básicas, dentro de las cuales, la *quinta competencia* básica en estudios de Grado se describe como:

Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

La definición para estudios de Máster es equivalente.

Por lo tanto, los objetivos de todas las instituciones de enseñanza superior deberían estar orientados al desarrollo de habilidades para el aprendizaje autónomo. El desarrollo de esta competencia, como todas las competencias genéricas o transversales de una titulación, es una tarea colectiva del conjunto de profesores de la titulación y debe ser desarrollada a lo largo del recorrido curricular. Sin embargo, puesto que existen diferencias entre los conocimientos y habilidades necesarios para el aprendizaje autónomo de las diferentes materias curriculares, el desarrollo de esta competencia es específico de cada disciplina (De los Reyes López, 2013).

En definitiva, aprender de modo autónomo significa que una persona puede aprender sin necesidad de la guía o tutela de un profesor. Esto requiere haber desarrollado ciertas capacidades y adquirido ciertas habilidades. Para ello, nos vamos a basar en estrategias de aprendizaje efectivas y adaptadas, cuyo desarrollo se realiza junto con el aprendizaje de esa materia o disciplina.

Si analizamos los logros o competencias desde el prisma de la Teoría de Sistemas Motivacionales de Ford (Ford, 1992), nos encontramos con que el logro y la competencia son el resultado de una persona motivada, que posee los conocimientos y habilidades necesarias, la biología adecuada y se encuentra en un entorno que le facilita la realización de las tareas. Por lo tanto, la definición de competencia para el aprendizaje autónomo en una situación de aprendizaje determinada sería: el resultado de una persona que desea aprender (quiere), posee los conocimientos y habilidades necesarias para poder hacerlo (sabe), su estado físico es adecuado y se encuentra en un contexto que se lo permite (puede).

Por ello, los estudiantes deben adquirir un conjunto de conocimientos y habilidades básicas, combinar e integrar esos componentes y finalmente comprender las condiciones y contextos en los que pueden aplicar lo que han aprendido, además de reforzar el aprendizaje mediante la práctica para desarrollar fluidez y automatismo. Esto nos lleva a que, puesto que el aprendizaje tiene varios modos y procesos cognitivos involucrados, cada uno de ellos tendrá **estrategias de aprendizaje** propias. Estas estrategias se definen como *aproximaciones, métodos y modos de pensamiento* que ayudan a construir significado de modo que la nueva información llegue a formar parte de una base de conocimiento organizado que puede ser accedido en el futuro para su recuperación, aplicación y resolución de problemas (Cuthbert, 2005).

La implicación más importante de esto es que cada alumno tiene un estilo propio de aprendizaje. De la misma manera, cada profesor tiene su propio estilo de enseñanza. Esto puede producir un efecto acumulativo, tanto con el estilo de aprendizaje como en el de enseñanza, que puede ser muy limitante, pues incrementa la preferencia por aprendizajes o enseñanzas de materias bien adaptados al estilo y el rechazo de las que no se adaptan. Por tanto, un método docente variado y explicar, entrenar y poner en práctica diferentes estrategias de aprendizaje, es la respuesta para que el profesor pueda llegar a todos los alumnos y fomentar el desarrollo de un estilo de aprendizaje amplio. Un ejemplo sencillo sería el trabajo en grupo, ya que permite que los conceptos sean expresados por los propios alumnos desde diferentes estilos e interpretaciones, fomentando el diálogo y facilitando el aprendizaje, la retención y el desarrollo de un estilo de aprendizaje amplio.

2.5. Gamificación

La *gamification* (en español, 'gamificación' o 'ludificación') sugiere el poder utilizar elementos del juego así como el diseño de juegos para mejorar el compromiso y la motivación de los participantes. El concepto definido por Deterding, Dixon, Khaled y Nacke en el artículo (Deterding et al., 2011), se refiere al uso de elementos de diseño de juegos en contextos que no son de juego. Este concepto es diferente al de *serious game*, donde se utilizan juegos en otros contextos (como podría ser en la enseñanza para que nuestros alumnos aprendan). En las experiencias gamificadas, por otro lado, se adaptan y emplean algunos elementos de los juegos como sus reglas, mecánicas, etc. a un contexto determinado (Contreras and Eguia, 2016).

El proceso de gamificación se puede resumir en los siguientes 10 puntos o principios (Contreras and Eguia, 2016):

1. Tipos de competición: jugador versus jugador, jugador versus sistema y/o solo.
2. Presión temporal: jugar de forma relajada o jugar con el tiempo en contra.
3. Escasez: la escasez de determinados elementos puede aumentar al reto y la jugabilidad.
4. Puzzles: problemas que indican la existencia de una solución.
5. Novedad: los cambios pueden presentar nuevos retos y nuevas mecánicas que dominar.
6. Niveles y progreso: hay que avanzar en el juego y se obtiene algún tipo de reconocimiento según este avance.
7. Presión social: el rebaño debe saber lo que hace.
8. Trabajo en equipo: puede ser necesario la ayuda de otros para conseguir avanzar.

9. Moneda de cambio: cualquier cosa que puede ser intercambiada por otra de valor, será buscada.
10. Renovar y aumentar poder: permite añadir elementos motivacionales al jugador.

Estos principios están muy relacionados con los cuatro tipos de jugadores identificados por Bartle en (Bartle, 1996):

Competidor (achiever) Su mayor deseo es ir superando niveles y conseguir insignias que le distinga de los demás.

Explorador (explorer) Su objetivo es encontrar nuevos contenidos dentro del juego.

Socializador (socializer) Quieren avanzar en el juego de una manera colaborativa.

Asesino (killer) Imponen lo que quieren, normalmente derrotando a los demás.

Según Bartle, los perfiles se solapan y están presentes de acuerdo a la siguiente distribución (Murua-Cuesta, 2013): socializador (80 %), explorador (50 %), competidor (40 %), asesino (20 %). No obstante, para la educación basada en juegos, Heeter et al. (2009) afirman que sólo los jugadores competidores y exploradores son tipos válidos, ya que el competidor hará lo que esté en su mano para completar el curso y el explorador investigará todo lo que el juego puede ofrecer consiguiendo finalizar el curso, sin embargo, el socializador trabajará con otros alumnos pero posiblemente no consiga finalizar, mientras que el juego no ofrece nada que pueda motivar al asesino a completarlo. Por ello, es muy importante saber qué motiva a los alumnos, poniéndose en su situación y averiguando aquello que más les gusta sin olvidar lo que los desmotiva. De esta forma, se podrán diseñar actividades que puedan ser aprovechadas por el mayor número de alumnos.

Como vemos, la gamificación nos permite conseguir nuestros objetivos estimulando a las personas para que hagan lo que queremos mediante motivación intrínseca (se realiza una actividad por el placer y satisfacción que experimenta mientras se hace) y extrínseca (se inducen una serie de ventajas consecuencia de realizar una determinada tarea), haciendo que se diviertan y se sientan más felices. Además, también se ha observado que permite aumentar la colaboración y comunicación entre estudiantes (Knutas et al., 2014).

Es importante mencionar los elementos que se suelen distinguir en todo diseño de una actividad gamificada:

- Componentes (las piezas): puntos, poderes, *badges*, *leaderboard*, avatar, niveles, colecciones, huevos de Pascua, clanes, *virtual goods*.
- Mecánicas (procesos que generan progreso en el juego e implicación del jugador): retos, adquisición de recursos, suerte, competición, cooperación, *feedback*, reconocimientos, transacciones, turnos.
- Dinámicas (deseos que el jugador quiere satisfacer): reconocimiento, *status*, logro épico, auto-expresión, competición, altruismo.

Por falta de espacio, no se va a entrar en detalle en todas ellas, no obstante hay que comentar que los puntos, las insignias (*badges*) y las tablas de líderes (*leaderboard*) son tres elementos presentes en la gran mayoría de implementaciones de actividades gamificadas, a veces denominado *tridente PBL* (de sus nombres en inglés) (Werbach and Hunter, 2012).

Por último, existen unas pautas para realizar un diseño básico de una actividad gamificada que conviene conocer y seguir. Primero hay que describir el contexto en el que se va a desarrollar la actividad. A continuación hay que especificar cuál es el objetivo y cómo se va a valorar el éxito. Entonces se definen las acciones que queremos estimular y cuáles van a ser los ciclos de enganche (el jugador hace una acción y recibe *feedback* inmediato) y los de progreso (ciclos de subida de nivel al superar un reto ambicioso y de disfrute de ese nivel de maestría). En el diseño hay que indicar cómo se van a usar las componentes (sobre todo el tridente PBL) y cómo se integran en los ciclos de enganche y progreso. Por último, habría que indicar si es necesario algún tipo de soporte tecnológico. Para esto tendríamos varias opciones (Kahoot!¹, las etiquetas e insignias de Moodle, Voki² para avatares, Class Dojo³ para gestionar puntos, Class Badges⁴ para gestionar insignias, etc.), algunas de estas herramientas se explicarán con más detalle en la Sección 2.7 en el contexto más general de la evaluación continua.

2.6. Presentaciones efectivas

A pesar de que la mayoría de metodologías docentes intentan reducir o trasladar la cantidad de material que se enseña en el aula, es innegable que el profesor tendrá que llevar a cabo presentaciones en clase, bien sea para transmitir ese material, para sacar conclusiones del mismo o para explicar actividades u otras tareas que considere apropiadas para su alumnado. Es por ello que, en el contexto docente, es importante ser capaz de desarrollar y elaborar presentaciones eficaces y efectivas para un mejor aprendizaje de los estudiantes.

Por lo tanto, el objetivo es aprovechar las características de una buena presentación para que el contenido le resulte atractivo al alumnado, es decir, que capte su atención, interés, motivación, y, lo más importante, que le ayude tanto en su proceso de aprendizaje como en el proceso de enseñanza del docente. Para ello, es importante controlar el ritmo, la audiencia y el interés a lo largo de la clase o presentación. La presentación debe estar bien estructurada, captando la atención de la audiencia al principio de la misma y resumiendo las ideas principales y las conclusiones o puntos a recordar al final, utilizando el cuerpo de la presentación para desarrollar los puntos principales, implicando a la audiencia al máximo posible y haciendo uso de señales verbales (*signposts*) que guíen al público de un punto al siguiente y permitan mantener el nivel de atención elevado a lo largo de toda la presentación.

¹<https://kahoot.it>, última vez accedido en Mayo de 2017.

²<http://www.voki.com>, última vez accedido en Mayo de 2017.

³<https://www.classdojo.com>, última vez accedido en Mayo de 2017.

⁴<http://classbadges.com>, última vez accedido en Mayo de 2017.

Pero más allá de la presentación y los contenidos, una de las componentes que más influyen en su efectividad es el propio presentador. La postura, los movimientos corporales, la cara, el contacto visual y la voz son elementos determinantes para realizar una presentación que conecte con los alumnos y transmita de manera adecuada el mensaje y sus contenidos. A continuación detallamos algunos de estos elementos: usar un ritmo adecuado, controlar el tono, la dirección de la voz (haciendo énfasis en lo importante o utilizando el silencio para permitir la reflexión sobre lo explicado) y la respiración (para hablar con claridad y tranquilidad), así como la postura del cuerpo (en particular, las manos) y sus movimientos no deberían distraer al alumnado.

2.7. Evaluación continua usando Kahoot! y Moodle

El marco docente dibujado por la convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto una reformulación de las metodologías docentes, basadas en el aprendizaje, y no sólo en la enseñanza. En este modelo, la evaluación adquiere una nueva dimensión al situarse el estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y al aplicarse un enfoque docente basado en competencias, que conlleva un replanteamiento de su naturaleza y del diseño de todos los elementos estructurales que la conforman (Delgado and Cuello, 2006).

Sin embargo, como consecuencia de este proceso de convergencia la evaluación adquiere una nueva dimensión al girar el aprendizaje en torno al estudiante. En este sentido, debe estar correctamente diseñada para que permita valorar si el estudiante ha alcanzado, como objetivo, no sólo los conocimientos sino también las competencias previamente definidas por el profesor para una materia concreta.

Por ello, el profesor no sólo debe evaluar al final del proceso de aprendizaje la asimilación de conocimientos y el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes, sino que, a lo largo del curso, debe proponer actividades, de carácter evaluable, que faciliten la asimilación y el desarrollo progresivos de los contenidos de la materia y de las competencias que deben alcanzarse. Los resultados de los trabajos del estudiante servirán para proporcionarle *feedback* sobre su progreso hacia los objetivos de aprendizaje y orientarle sobre las deficiencias y el modo de resolverlas. Pueden ofrecerse de forma oral o escrita y siempre suponen una crítica constructiva en la que se reconocen las fortalezas y progresos y se señalan las debilidades y la forma de resolverlas.

Esta necesidad explica el concepto de *evaluación continua*, que no es tanto, o sólo, calificar de forma periódica, sino que el estudiante tenga *feedback* de su progreso hacia los objetivos de aprendizaje. En definitiva, este tipo de evaluación (denominada *formativa*), sirve tanto para orientar, motivar y mejorar el aprendizaje de los alumnos como para dar indicaciones al profesor sobre cómo mejorar la enseñanza. En este sentido, la evaluación continua favorece el desarrollo de competencias transversales como el aprendizaje autónomo (Sección 2.4)

Es por esto que, en este contexto, surgen diversas herramientas que pueden facilitar

la labor del docente, bien como canales de comunicación o de intercambio de información con los alumnos, o para almacenar datos, procesarlos o incluso evaluarlos. La primera de ellas, y que se utiliza por defecto en toda la UAM, es Moodle⁵, un sistema de gestión de cursos que permite el acceso a documentación por parte de los estudiantes, el envío de tareas, comunicación a través de mensajes o foros, y otras actividades (*módulos* en el vocabulario de esta herramienta) configurables por los administradores y profesores de los cursos, como cuestionarios, encuestas, wikis, etc. Moodle conformaría un ambiente virtual de aprendizaje (en inglés, *Virtual Learning Environment*), que no habría que confundir con los cursos *online* masivos abiertos (del inglés MOOC, *Massive Open Online Course*), tan populares en estos momentos y donde los estudiantes aprenden por sí mismos a través del uso de vídeos y otros recursos, donde el profesor está disponible para responder dudas.

Este tipo de tecnologías conviven con otras herramientas que, sin intentar abarcar la misma funcionalidad, se especializan en el apartado de evaluación, abriendo nuevas vías para fomentar y desarrollar la evaluación continua explicada previamente. Kahoot! es un ejemplo de estas herramientas, denominadas *quiz game applications* en inglés. Como se analiza en (Andrés et al., 2015), permiten revisar conceptos aprendidos en clase a través de cuestionarios que se resuelven en la propia clase para complementar las lecciones. La ventaja principal de estas tecnologías es que los estudiantes tienen la sensación de jugar mientras aprenden (relacionado con lo que se vió en la Sección 2.5), fomentando incluso el trabajo en equipo si se permiten respuestas por equipos o en grupos. Otras ventajas para el estudiante es que piensan a corto plazo sobre los contenidos explicados por el profesor, fomentando por tanto un aprendizaje continuado, además de llevarse una idea de los conceptos que pueden aparecer en el examen de la asignatura. Además, para el profesor la mayoría de estas herramientas son muy sencillas de utilizar tanto en la creación de cuestionarios como en el análisis de sus respuestas.

2.8. Aula invertida o *Flipped classroom*

El aula invertida básicamente consiste en emplear el tiempo fuera del aula en realizar determinados procesos de aprendizaje que tradicionalmente se hacen dentro de la misma y, por su parte, dentro del aula, con la presencia, guía y experiencia del docente, el tiempo se emplea en potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos. Con la clase invertida se cambia el modelo de trabajo y se invierten los papeles de una clase tradicional gracias al apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación (Bergmann and Sams, 2012).

Es una forma, por tanto, de aprendizaje mezclado (*blended learning*) en la cual el estudiante en casa realiza tareas menos activas como aprender contenido online mediante videoconferencias y lecturas y, por contra, en clase se realizan tareas que requieren de mayor interacción y participación con los compañeros o del asesoramiento más personalizado por parte del profesor. Se favorece, por tanto, el trabajo con otras metodologías como el trabajo en grupo de forma colaborativa y el aprendizaje basado en

⁵<https://moodle.org>, última vez accedido en Mayo de 2017.

proyectos (Sánchez Rodríguez et al., 2014).

Se suelen definir las siguientes cuatro características como los *cuatro pilares* del aula invertida:

Entorno flexible Los educadores crean espacios adaptables donde los alumnos eligen cuándo y dónde aprenden. Además, los docentes que invierten sus clases son flexibles en sus expectativas, en los tiempos de aprendizaje y en la evaluación de los estudiantes.

Cultura del aprendizaje Se les debe ofrecer a los alumnos oportunidades para que valoren los contenidos aportados y, lo que es más importante, hacerles protagonistas en su proceso de aprendizaje sin que el profesor sea el centro de los contenidos.

Contenidos objetivos y directos Los contenidos más importantes son los que se incluirán en el vídeo u otros recursos ofrecidos por el profesor, asegurándose que los alumnos pueden acceder a él. Del mismo modo, se puede priorizar qué contenidos serán visualizados atendiendo a la diversidad de nuestro alumnado y con el objetivo principal de maximizar el tiempo de clase, con el fin de adoptar métodos y estrategias activas de aprendizaje centrados en el estudiante.

El profesor como guía Una vez los alumnos han visualizado los contenidos es momento de reforzarlos en clase. El profesor les guía en el aula actuando como un coordinador de contenidos en tiempo real, solucionando sus dudas mientras aprenden, algo que no es posible si hiciesen la tarea en casa. A continuación, puede supervisar el trabajo de los alumnos evaluando el modo en el que se lleva a cabo y orientando a quienes opten por trabajar con otros retos dentro de la dinámica propuesta (reflexión, comparación, síntesis, ...). Finalmente, el profesor traslada a sus alumnos preguntas cortas, pero directas sobre el tema en el que se haya trabajado con el fin de asimilar y evaluar el proceso de aprendizaje

2.9. Evaluación del aprendizaje

La evaluación del aprendizaje es un aspecto crítico en la enseñanza en general, pero sobre todo cuando se utilizan metodologías docentes novedosas, ya que puede desvirtuar los objetivos de aprendizaje o impedir la adecuada aplicación de estas metodologías y de una buena práctica docente.

A la hora de diseñar una evaluación necesitamos tener presente el contexto de los contenidos de la materia, que esté centrada en las competencias y tener en cuenta los propósitos de una buena evaluación: ayudar, motivar, reorientar y calificar. Por ello, a la hora de evaluar las competencias hay que seguir los siguientes pasos (Alonso, 2001):

1. Imaginar al alumno en acción, en un contexto concreto y auténtico, haciendo algo con sus conocimientos, incluso posterior a la asignatura.

2. Determinar el saber conceptual a partir del conocimiento de hechos, un mapa conceptual jerarquizado y la diferenciación de conceptos. Para ello hay que tener conciencia de qué competencias estamos evaluando.
3. Identificar los procedimientos: determinar los pasos del procedimiento, establecer las condiciones de aplicación, visualizar los posibles errores (¿es una tarea mecánica? ¿de dónde vienen los errores de los alumnos?).
4. Diseñar las tareas.
5. Organizar el plan de evaluación, planificando el tiempo en cada tarea, usando estrategias de aprendizaje adecuadas, y manteniendo un calendario de entrega que regule la distribución del esfuerzo.
6. Decidir el criterio de calificación en caso de que la evaluación sea sumativa o la forma de entregar el *feedback* en caso de que sea formativa (para proporcionar información acerca del progreso del aprendizaje).
7. Determinar la calidad de la evaluación.

Además, hay que seguir unas reglas y buenas prácticas a la hora de diseñar los exámenes, bien sean de respuesta abierta o de respuesta seleccionada. En cualquier caso, conviene desarrollar una tabla de especificaciones donde las filas indican los procesos cognitivos a utilizar para responder las preguntas (por ejemplo, usando la taxonomía de Bloom: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar, crear) y las columnas indican los contenidos o temas de nuestro examen. Tampoco hay que olvidar variar la dificultad de las preguntas para poder discriminar entre los estudiantes.

Por último, conviene realizar un análisis *a posteriori* de los resultados obtenidos, de manera que se pueda estimar la fiabilidad del examen y realizar un análisis de los ítems del examen, a partir de un estudio psicométrico de los exámenes y las preguntas (Panadero-Calderón and Alonso-Tapia, 2013). De esta manera se pueden determinar distintos índices como la dificultad y la discriminación de las preguntas.

3

Propuesta de cambio docente

Este capítulo describe las diferentes actividades propuestas que configuran el cambio docente sobre la asignatura Proyecto de Programación (PPROG) de Primero del Grado en Ingeniería Informática. Primero, en la Sección 3.1 se incluye la propuesta completa de cambio docente sobre esta asignatura, a partir de las metodologías y herramientas docentes estudiadas y explicadas en el capítulo anterior. Después, en la Sección 3.2 describimos los cambios que se han podido llevar a cabo en el último curso, cuyos análisis y resultados se mostrarán en el próximo capítulo.

3.1. Modificaciones propuestas sobre la asignatura

La asignatura sobre la que se propone este cambio docente se define de manera explícita a partir de una de las metodologías explicadas anteriormente: el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Los estudiantes desarrollan un único proyecto a lo largo del curso (en este caso, de programación) y permite que se centren en una problemática real con un objetivo claro (desarrollar un prototipo con una funcionalidad determinada) a partir de unas pautas iniciales y un temario que se va explicando según se necesita.

No obstante, según la definición presentada en la Sección 2.1, se puede observar que hay ciertos elementos y principios que no se han aplicado en la asignatura. Esto es así porque la asignatura no se ha planteado como una instanciación de la metodología ABP, sino simplemente como un tipo de asignatura “diferente”, donde en lugar de impartir teoría se desarrolla un proyecto a lo largo del curso entero. Es por ello que esta asignatura es una candidata perfecta para proponer un cambio docente, que la haga partícipe de todas las ventajas de la metodología ABP así como de otras metodologías docentes.

A continuación hemos agrupado las modificaciones propuestas según se refieran a la organización de la asignatura en general, a la forma de dar las clases, a cómo se interactúa con los alumnos, o a la forma de evaluar las tareas y entregas. En definitiva, se pretende generar una nueva planificación completa de la asignatura donde se incorporen actividades provenientes de metodologías docentes sin dejar de cumplir los objetivos actuales del curso.

3.1.1. Sobre la organización de la asignatura

Uno de los cambios principales que se propone realizar sobre la asignatura es un estudio de las **competencias transversales** declaradas en la guía docente y un análisis de cómo se podrían desarrollar adecuadamente durante el curso. Fruto de este estudio, se han elegido las siguientes competencias tomadas de la lista de “Competencias Generales y transversales” del Grado en Ingeniería Informática¹:

- Aprendizaje autónomo: capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad
- Comunicación eficaz: capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión correspondiente al grado en Ingeniería Informática

Al analizar el tipo de ejercicios que se realizan en la asignatura, y cómo encajan con estas dos competencias, se plantea preparar, por un lado, ejercicios de dos dificultades: unos que se puedan resolver con su conocimiento de programación y sean más o menos cerrados (para poner en Moodle y que permita corrección inmediata), y otros más complicados pero más abiertos en sus soluciones, de manera que se fomente su aprendizaje autónomo. Por otro lado, habría que buscar lecturas y problemas que se puedan dividir en temas o partes, con la restricción de que cada una de estas partes debería ser coherente y autocontenida, para facilitar el uso de estas lecturas en actividades tipo puzzle y así se fomente una comunicación eficaz. Además, se podrían incorporar otras competencias transversales a la asignatura. La búsqueda de información se podría incorporar sin mucho problema a la tarea donde tienen que encontrar soluciones creativas al problema dado. También, tanto la escucha activa como el *brainstorming* se podrían justificar con las actividades de explicación y presentación que se realizan en clase.

Con esto, las actividades que se plantean son las siguientes (partiendo de la planificación inicial presentada en la Tabla 1.1):

Semana 1: Puzzle con actividad de Makefile Se formarán grupos de dos personas y se repartirán unas tareas relacionadas con el Makefile (codificar el objetivo que genere el programa principal del juego, codificar objetivo de eliminar ficheros intermedios, generar paquete de distribución, codificar objetivo que se ejecute por

¹Accesible en la siguiente dirección: http://www.uam.es/EPS/documento/1242662526985/competencias_grado_ii.pdf, accedido en Mayo de 2017.

defecto), a continuación, todos los responsables de la misma tarea se juntarán en distintas zonas de la clase y discutirán la forma de llegar a una solución, al final de la clase, cada responsable volverá a su grupo inicial, le explicará la solución a su compañero y la implementará, entregando la solución obtenida por Moodle.

Semana 2: Prueba sobre estilo de codificación Se mostrarían ejemplos de código donde aparezca código con fallos en su estilo y se harían preguntas (verdadero/falso, opción múltiple, etc.) sobre esos errores. Los estudiantes previamente han debido mirar la documentación sobre estilo de codificación.

Semana 5: Puzzle sobre Trazas y Pruebas Los integrantes del grupo (tres) se dividirán para trabajar las trazas (una persona) y las pruebas (dos personas, uno se centrará en el módulo *Set* y otro en *Die*). Después se juntarán en clase (según las indicaciones del profesor) para discutir qué elementos de lo estudiado en cada parte se podrían aplicar al proyecto y, muy importante, en qué partes del código interesará incluir las trazas y las pruebas. Para terminar, los grupos iniciales se volverán a juntar y se comunicarán las ideas que se han desarrollado. Si diera tiempo, se podría empezar la implementación de dichas pruebas.

Semana 7: Prueba sobre Doxygen Se mostrarían ejemplos de código para documentar usando Doxygen donde se muestre código sin documentación o con documentación incorrecta o incompleta y se harían preguntas (verdadero/falso, opción múltiple, etc.) sobre este tema la siguiente clase a la que se hubiera mandado leer este tema a los estudiantes.

Semana 8: Ejercicio Valgrind Una vez se ha leído la documentación de Valgrind, los estudiantes tendrían que preparar varios ejemplos (no necesariamente relacionados con el proyecto) donde se muestren distintos errores al ejecutar Valgrind. Habría que entregar un pequeño informe explicando qué error se muestra en cada fichero y cómo se resolvería.

Además de estas competencias, otro cambio muy importante que se plantea en la organización es el orden en el que se presentan algunos temas. Para esto, nos hemos basado en la metodología de **aula invertida**, de manera que se fomente el **aprendizaje autónomo** del estudiante y se aproveche al máximo las horas de clase con el profesor. Algunos ejemplos de estos cambios se pueden observar en las actividades presentadas en relación a las competencias transversales, donde los alumnos realizan el aprendizaje pasivo en casa (leyendo el material) y la interacción pasa a la clase (con puzzles o cuestionarios).

Para ir un poco más allá de estos ejemplos, se ha definido el siguiente objetivo de aprendizaje autónomo específico para esta asignatura, que pretende ser concreto, adecuado, estimulante y medible: entender código ajeno (tanto código completo como sólo prototipos) y ser capaz de trabajar con él e integrarlo en funciones propias. Se ha elegido este objetivo porque consideramos que un graduado en Informática se va a enfrentar a mucho código ajeno en su vida profesional, y por lo tanto, debe ser capaz de entender las convenciones que se suelen utilizar tanto en nomenclaturas como en la forma de mostrar y documentar el código.

Por supuesto, sería imposible entender código ajeno (por ejemplo, bibliotecas externas) sin conocimientos mínimos de programación, por eso este objetivo encaja bastante bien en esta asignatura, ya que los estudiantes llevan un cuatrimestre programando y su tarea principal durante esta asignatura será realizar un proyecto de una envergadura mayor a las prácticas realizadas anteriormente, trabajando en grupo con sus compañeros. Este trabajo en grupo también exige la lectura y comprensión de código ajeno (el de sus compañeros) aunque este reto es menor que el que se propone en esta actividad. Para ello, se van a desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo en relación con la comprensión y utilización de código ajeno. El andamiaje planificado con el que se quiere dotar a los alumnos de un grado de autonomía consistirá en el entrenamiento en clase con un ejemplo de forma guiada, seguido por un informe del que recibirán feedback de manera inmediata, y por último, un ejercicio donde tengan que investigar un poco más a fondo la biblioteca para utilizarla y entenderla. Consideramos que esta actividad posee un carácter estimulante para los estudiantes, ya que en principio será la primera vez que sean capaces de utilizar código no programado por ellos mismos, lo que les deberá abrir un mundo nuevo y, por otro lado, muy parecido a lo que harán en el futuro.

Basado en este objetivo, se plantea en las semanas 4 y 5 la revisión de una biblioteca (`string.h`) en clase. Primero se comprobará en clase el nivel de conocimientos previos de los alumnos, preguntando si han trabajado alguna vez con bibliotecas externas o código ajeno en general. Entonces el profesor mostrará una parte de la biblioteca a estudiar en el ejercicio y preguntará a los alumnos qué pueden decir a partir de la documentación y nombre de las funciones. Después de la explicación del tema de módulos, bibliotecas y diseño de bibliotecas, se propondrá la realización del informe, que tendrá carácter formativo, donde esta biblioteca se analizará y describirá la funcionalidad de cada función (o un subconjunto) incluida en la misma. Una vez entregado este informe, se discutirá con los estudiantes las respuestas recibidas, de manera que obtengan *feedback* lo más rápido posible. Después se pasaría a explicar el tema de trazas y pruebas, de manera que los alumnos puedan realizar el ejercicio final de una manera autónoma. Este ejercicio final supone completar el informe realizado y utilizar esta información para preparar un banco de pruebas de la biblioteca. Por último, la entrega del ejercicio tendrá carácter sumativo y se podría asignar individualmente o por grupos, según el tamaño de la clase en cada curso.

Por último, a través de varias de estas actividades propuestas (hay que notar que algunas de ellas ya existían pero se hacían fuera de clase, eran opcionales, o se habían eliminado del curso por falta de tiempo) también estaríamos aplicando la metodología del **aprendizaje basado en problemas**, donde se resuelven pequeños problemas en clase para hacer esas horas más amenas. Para ello, como se ha visto, se ha recurrido a puzzles o a actividades interactivas y en grupo. En la próxima sección veremos otras propuestas para cambiar la forma en la que se da la clase, con el objetivo de aumentar la motivación y hacer amenas las clases, evitando el absentismo y abandono de los estudiantes.

3.1.2. Sobre la forma de dar clase

Concienciados en que el curso se imparte en inglés y los estudiantes (una minoría, en principio) se podrían llegar a perder las indicaciones del profesor, se ha hecho un uso intensivo de la plataforma Moodle como apoyo a la docencia presencial, y como herramienta de gestión de los distintos trabajos que tenían que realizar los alumnos. Además, se ha usado también como una guía para indicar las tareas que se iban a realizar en cada clase y las que se tenían que hacer en casa, fomentando el aprendizaje autónomo y su capacidad para organizarse con antelación. En el Apéndice A se pueden ver capturas de pantalla de distintas partes de este curso, en particular, en la Sección A.1 se muestra una parte del esquema que se ha seguido, donde se presentaban cada día las tareas que se iban a realizar en clase y las que se esperaba que se hicieran en casa.

Esta manera de dar la clase (con un guión preestablecido y accesible por los alumnos) resulta muy útil, sobre todo, para llevar a cabo aquellas actividades de aprendizaje que sean nuevas para los estudiantes, como los puzzles o los cuestionarios interactivos (ver un ejemplo en la Sección A.2). En la sección anterior se han descrito algunos de los puzzles que afectaban a actividades nuevas, ahora describimos un puzzle que se propone realizar los días que se explica una nueva iteración del proyecto (excepto para la primera iteración, ya que los alumnos carecen del conocimiento para tomar las decisiones adecuadas).

De esta forma, antes de la sesión los alumnos deberían haber leído la lista completa de requisitos incluida en el enunciado correspondiente. Al comienzo de la sesión, el profesor dará números del 1 al 3 y asignará un subconjunto de los requisitos a cada número. Cada alumno dispondrá de 10 minutos para leer los requisitos asignados. En los siguientes 20 minutos, los alumnos con el mismo número se reunirán (a poder ser en grupos de 3) para discutir sobre los requisitos y diseñar una planificación (como lista de tareas a realizar) orientada a abordar cada uno de ellos, así como estimar el tiempo necesario para los mismos y la dependencia con otros requisitos. Cada alumno deberá volver a su grupo original con un esbozo de dicha estimación. Entonces, durante 30 minutos (10 minutos por persona) se pondrán en común las planificaciones discutidas con los expertos y se ajustarán las planificaciones y estimaciones de horas, produciendo un documento que se entregará al final de la actividad. Durante el resto de la clase (una hora) los alumnos se repartirán los requisitos a implementar (no necesariamente los asignados por el profesor) y comenzarán su implementación. Durante la siguiente clase (de una hora de duración) los alumnos podrán entregar una modificación de la planificación de acuerdo a lo que hayan comenzado a implementar y analizado fuera de clase.

El criterio de éxito de esta actividad se define tal que cualquier miembro del grupo podrá demostrar una visión global del proyecto, además, el proyecto se verá beneficiado por una planificación realista y adecuada, ya que todos los requisitos se implementarán a tiempo, facilitando también una integración correcta de los distintos módulos. Además, existe interdependencia positiva ya que la nota final del proyecto dependerá de que esté todo bien implementado, por ello es importante que la planificación haya sido bien definida al principio por cada integrante del equipo. También hay una componente de exigibilidad personal porque cualquier miembro del grupo debe poder explicar cómo funciona el pro-

yecto completo y razonar la evolución en la planificación producida desde el desarrollo de esta tarea. Por último, las habilidades sociales que hay en juego serían la capacidad para expresar y sintetizar ideas, la negociación y la resolución de conflictos. Para recoger datos de todos los grupos de una manera objetiva y uniforme, se plantea rellenar un cuestionario de autoevaluación (ver siguiente sección) una vez se haya entregado cada iteración del proyecto.

Por último, un tercer aspecto que se propone modificar al respecto de cómo se imparten las clases, es la forma en la que se realiza la evaluación continua. Como se va a explicar en la Sección 3.1.4, proponemos utilizar Moodle para realizar tests de autoevaluación al entregar cada iteración. Además, proponemos el uso de Kahoot! para realizar evaluación formativa en el aula. En particular, las pruebas de la semana 2 y 7 del apartado anterior encajarían bien en el formato de los tests tipo Kahoot!. En el Apéndice B se muestran ejemplos de uso de Kahoot! así como de los resultados obtenidos.

3.1.3. Sobre la interacción con los alumnos

Además de los puzzles y actividades en grupo mencionadas en secciones anteriores, una actividad que sin duda influye en cómo se interactúa con los alumnos es la gamificación. El objetivo de la tarea gamificada que se plantea es motivar el desarrollo y perfeccionamiento de todas las dimensiones evaluables en el proyecto (compilación, comentarios, legibilidad, claridad, documentación, originalidad, etc.) más allá de la calidad técnica del código entregado. Además, se espera que todos los integrantes del grupo conozcan aspectos básicos de cómo funciona su proyecto, independientemente de que lo hayan desarrollado ellos o no. El éxito de esta actividad se podrá valorar cuando, al final del curso, los proyectos muestren un mayor nivel en las dimensiones mencionadas (haciendo uso de una rúbrica), y a la vez todos los integrantes de los equipos sean conscientes de los aspectos básicos de su proyecto (utilizando el examen final de la asignatura, que es individual y donde se preguntan cuestiones sobre el proyecto).

Las acciones que queremos estimular en esta actividad es que en cada entrega del proyecto los alumnos hayan realizado un esfuerzo por mejorar características que normalmente son menos importantes en la evaluación de prácticas de programación, gracias a la existencia de un ranking público de qué equipos/grupos están cumpliendo mejor con cada dimensión. También queremos incentivar que los alumnos conozcan el trabajo realizado por sus compañeros antes del examen final, de manera que consoliden y entiendan las distintas partes del mismo con cada entrega.

Teniendo en cuenta que el proyecto está dividido en cuatro iteraciones, los ciclos de enganche se proponen como sigue. En cada iteración, el profesor explicará el enunciado así como las dimensiones que se tendrán en cuenta para formar los rankings en el momento de la entrega. En cualquier momento de la iteración, se podrán plantear puntos extra (tanto individuales como a los grupos) por tareas o entregables que se planteen durante las clases. Asimismo, todas estas acciones podrán dar lugar a distintas medallas (*badges*) como se explicará a continuación. Por último, los días de entrega se harán tests (tanto en grupo,

al principio de la asignatura, como individuales) sobre conceptos básicos desarrollados en cada entrega, los cuales se considerarán como una dimensión adicional a las anteriores, y permitirán medir cuánto sabe cada miembro del equipo sobre lo que han hecho sus compañeros (del mismo equipo).

En cada iteración, el profesor evaluará los proyectos entregados en las dimensiones acordadas, a poder ser, con una rúbrica presentada previamente. El profesor podrá considerar en algún momento del curso (y para algunas dimensiones más objetivas, como la existencia de documentación o el cumplimiento de estándares al compilar) evaluación cruzada por estudiantes, haciendo uso de las rúbricas que sean necesarias. Esta evaluación generará un ranking por cada dimensión. En paralelo, y haciendo uso de los tests presenciales, se obtendrá otro ranking que medirá el conocimiento que tiene cada componente del grupo sobre el proyecto entregado. Al final de cada iteración, se considerarán puntos extra en la nota a aquellos grupos que hayan quedado primeros en cada dimensión, con una mención especial a aquel que haya quedado primero en la clasificación total (suma de todos los puntos). Además de los puntos y rankings, se proponen las siguientes medallas:

- *Constancia*: haber sido el mejor en todas las categorías (no necesariamente en la misma iteración).
- *Perfeccionista*: haber sido el mejor en todas las categorías en una iteración.
- *Todo cuenta*: entregar todas las entregas planteadas durante el curso.
- *Líder*: sacar la mejor nota del grupo en el test presencial dos o más veces.
- *Beta tester*: ayudar a otro equipo a encontrar un error en su proyecto.
- *Code master*: realizar una entrega sin ningún fallo ni pérdida de memoria.

Para motivar que haya comunicación entre los grupos y trasvase de información, el ciclo de progreso que se propone es que los grupos que hayan quedado primeros en cada iteración sean nombrados *Expertos* en dicha dimensión, y estarán a disposición de aquellos grupos que hayan quedado en las posiciones más bajas. No se plantean distintos niveles ya que sólo habrá cuatro grandes momentos de evaluación durante el curso (por las cuatro iteraciones).

Como soporte tecnológico se propone usar ClassDojo Groups para que los alumnos sepan en todo momento sus puntos y rankings, tanto individuales como por equipos (si no fuera posible por falta de tiempo, se puede mantener una lista en el curso de Moodle y llevar la cuenta en un Excel o en papel). Para los tests de clase, como se ha comentado previamente, se podrá usar Kahoot!, tanto en el modo Team como individual, o directamente Moodle.

Si se revisa este diseño básico, podemos analizar qué componentes y mecánicas adicionales se podrían incluir en el mismo. Las siguientes componentes ya estarían incorporadas en el diseño básico: clanes (ya que se trabaja en equipo), competición (con las clasificaciones y la lucha por los primeros puestos, que son los que se llevan la nota), reconocimiento

(expertos en ranking público) y la cooperación (ya que los expertos en una iteración ayudan a otros equipos). Dos elementos importantes que se podrían añadir son los recursos especiales (los expertos podrían tener derecho a utilizar algo especial durante la siguiente iteración, como acceso a algún manual que les dé ventaja o la posibilidad de que una parte de su proyecto que no les interese mucho pese menos en la nota) y los retos (aquí sería importante definir retos tanto individuales como grupales, ya que el objetivo de la asignatura es que trabajen en grupo; un ejemplo podría ser conseguir que un experto haga mejorar N puestos al equipo al que ha ayudado en la iteración anterior).

Además, esta actividad gamificada satisface los tres ingredientes para generar motivación intrínseca (según la teoría de autodeterminación de (Ryan and Deci, 2000)):

- Competencia (¿la tarea desarrolla mis capacidades y habilidades?): el juego genera competencia (entre los grupos, no entre los componentes de un grupo) para conseguir el mayor número de puntos y medallas.
- Autonomía (¿soy yo quien toma las decisiones?): los alumnos son libres de elegir en qué dimension(es) se quieren esforzar más para llegar a ser los mejores en ese aspecto, de acuerdo a sus preferencias personales o grupales.
- *Relatedness* (¿la tarea tiene que ver con algo que va más allá de uno mismo?): el juego fomenta la colaboración entre grupos con mayor conocimiento (expertos) y los que menos tengan en un área concreta.

3.1.4. Sobre la evaluación

Incluir metodologías y herramientas docentes debe ir unido de un cambio de paradigma al momento de realizar la evaluación de los estudiantes. Principalmente, hay que decidir el efecto que tendrán en la calificación las tareas propuestas, o si bien se tendrán en cuenta pero como evaluación formativa, es decir, para orientar, motivar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Por esta razón, salvo en los casos que se verán a continuación, se propone que todas las actividades introducidas tengan un carácter formativo, es decir, que sirvan a los estudiantes para ver el nivel que llevan en la asignatura pero siempre con una intención de motivar y animar a seguir mejorando.

Algunos de los resultados de la actividad gamificada, como se comentó en la sección anterior, se tendrían en cuenta como parte de la evaluación sumativa. Una mención especial merecen los tests de autoevaluación. Este tipo de *feedback* se propone desde las metodologías de aprendizaje autónomo y cooperativo para identificar qué tienen que mejorar los alumnos (individualmente o en grupo) y reflexionar sobre su propio comportamiento. Se propone que los primeros tests de la asignatura sean de carácter formativo, pero los últimos sean sumativos. Más específicamente, se propone que los tests de la tercera iteración tengan un impacto en la nota del grupo y los de la cuarta iteración en los de cada estudiante, utilizando para este último caso los comentarios de los miembros del grupo hacia otros miembros. En los dos casos, se pondrá en conocimiento de los estudiantes una rúbrica para que rellenen los tests de la manera más homogénea posible.

Como soporte tecnológico, se propone utilizar Moodle. La Sección A.3 muestra ejemplos de tests de autoevaluación realizados en Moodle para rellenar cada vez que se haga una entrega. Estos tests permiten a los alumnos ser conscientes, usando la misma rúbrica que va a usar el profesor, de los puntos fuertes y débiles de su código. La Sección A.4, por otro lado, muestra ejemplos de autoevaluación sobre el trabajo en grupo. Estos tests se rellenan de manera individual o en consenso con el resto del grupo, dependiendo de la iteración en la que se esté. Permiten identificar (y, ante todo, intentar que los alumnos sean conscientes de) malas prácticas a la hora de trabajar en grupo o incluso detectar miembros poco participativos.

Por último, se propone incluir en la asignatura una técnica que no tiene un efecto directo en las clases pero sí en cómo se evalúan los exámenes. Estamos haciendo referencia a los análisis psicométricos de los exámenes, en particular, de los de tipo test, para estimar la fiabilidad de los mismos y detectar preguntas no discriminativas, con respuestas incorrectas o mal planteadas. En el Apéndice C se puede ver un ejemplo de cómo se han aplicado estas técnicas a un examen del curso pasado. Esperamos que si se aplica este tipo de análisis todos los años se obtenga información útil para mejorar y depurar este tipo de pruebas.

3.2. Aplicación al curso 2016/17

La propuesta de cambio docente explicada en la sección anterior se ha aplicado sólo parcialmente durante el curso 2016/17. Las razones de este cambio parcial son varias. Por un lado, el cambio docente propuesto es muy ambicioso y supone muchas modificaciones en la organización y estructura del curso; sin embargo, mantener la coordinación y sincronización entre todos los grupos que se imparten en paralelo es una prioridad en esta asignatura, por lo que se han aplicado aquellos cambios que permiten seguir manteniendo la misma estructura de alto nivel (número y fecha de entregas de iteraciones, sobre todo, así como el tamaño de los grupos de trabajo).

Por otro lado, al ser el primer año que se propone este cambio docente, hemos preferido aplicar las metodologías docentes poco a poco, comenzando con las más prometedoras, las más sencillas de aplicar y aquellas que permitieran una mayor secuenciación o incluso su paralización si fuera necesario.

Por último, y como se ha comentado anteriormente, el grupo asociado a este curso recibe su docencia en inglés, lo cual puede impedir o crear cierta reticencia por determinadas actividades que supongan interactuar entre los estudiantes o con el profesor.

En resumen, la Tabla 3.1 muestra la planificación con el cambio docente aplicado este curso, cuyas características principales (con respecto a la planificación inicial, ver Tabla 1.1) son:

- Se han abordado explícitamente las competencias transversales del aprendizaje autónomo y la comunicación eficaz a través de distintas tareas en grupo e individuales (fuera de clase).

- Se ha fomentado el trabajo cooperativo a través de diversos puzzles y actividades en grupo.
- Se ha reforzado el aprendizaje autónomo invirtiendo el aula con algunos temas muy prácticos, los cuales se complementaban con una evaluación presencial para explicar y guiar los conceptos que hubieran sido más problemáticos en la evaluación.
- Se han incluido varias fases de autoevaluación, tanto en el contexto del grupo (encajando dentro del aprendizaje cooperativo) como individual (favoreciendo el aprendizaje autónomo).
- Se ha hecho una primera versión de una actividad gamificada que dura dos de las cuatro iteraciones.
- Se han utilizado herramientas como Moodle o Kahoot! de manera novedosa en la asignatura (ver Apéndices A y B).
- Se ha combinado la evaluación formativa con la sumativa a lo largo del curso.
- Se ha realizado un estudio psicométrico del examen tipo test del curso pasado y sus conclusiones se han tenido en cuenta para modificar el test actual (ver Apéndice C).

Semana	Clase (1h)	Clase (2h)	Fuera de clase (5h)
1	Presentación asignatura (15') Presentación proyecto (15') Enunciado iteración 1 (15') Presentación prototipo (15')	Grupos (5') Módulos y bibliotecas (30') <i>Comprensión del código en equipos (25')</i> <i>Actividad Makefile en formato puzzle (1h)</i>	Pensar grupos 2-3 personas (30') Recordar Makefile y GNU (30') Comienzo de tareas I1 (4h)
2	Estilo de codificación (30') Actividad estilo de codificación (30')	<i>Test Kahoot! sobre estilo de codificación (30')</i> Revisión makefile entregado (30') Trabajar en I1 (1h)	Trabajo en I1 (5h)
3	Trabajo en I1 (1h)	Trabajar en I1 (2h)	Acta de reunión (30') Entrega I1 (4h 30')
4	<i>Test autoevaluación I1 en Moodle (15')</i> Enunciado iteración 2 (20') Propuesta grupos (10') <i>Reunión de constitución (15')</i>	Valgrind (20') Trabajo en grupo (30') <i>Puzzle con requisitos de I2 (30')</i> Revisar I1 / Trabajar en I2 (30')	Recordar GDB y DDD (1h) Trabajo en I2 (4h)
5	Control de versiones (30') Trabajar en I2 (30')	Trazas y pruebas (30') <i>Puzzle sobre pruebas (45')</i> Trabajar en I2 (45')	Trabajo en I2 (5h)
6	Diseño de bibliotecas (30') Trabajar en I2 (30')	Trabajar en I2 (2h)	Entrega I2 (5h)
7	<i>Test autoevaluación I2 en Moodle (20')</i> Enunciado y requisitos iteración 3 (40')	<i>Cuestionario de incidencias críticas (15')</i> <i>Test Kahoot! sobre Doxygen (30')</i> Planificación de proyectos (30') Revisar I2 / Trabajar en I3 (45')	Doxygen (30') <i>Feedback de trabajo en grupo (30')</i> Actividad planificación (1h) Trabajo en I3 (3h)
8	<i>Feedback sobre cuestionario (30')</i> Pruebas (30')	Trabajar en I3 (2h)	Trabajo en I3 (5h)
9	Trabajar en I3 (1h)	Trabajar en I3 (2h)	Entrega I3 (5h)
10	Enunciado iteración 4 con ejemplos de otros juegos (1h)	<i>Test autoevaluación I3 en Moodle (30')</i> Trabajar en I4 (1h 30')	<i>Feedback de trabajo en grupo (30')</i> Trabajo en I4 (4h 30')
11	Revisar I3 / Trabajar en I4 (30') <i>Méritos gamificados I3 (30')</i>	<i>Cuestionario de incidencias críticas (15')</i> Trabajar en I4 (1h 45')	Trabajo en I4 (5h)
12	Trabajar en I4 (1h)	Trabajar en I4 (2h)	Trabajo en I4 (5h)
13	Trabajar en I4 (1h)	Trabajar en I4 (2h)	Entrega I4 (5h)
14	<i>Presentación y defensa en clase. Evaluación cruzada y Méritos gamificados I4 (2h)</i>		
	Prueba individual final		

Tabla 3.1: Planificación de PPROG realizada durante el curso 2016/17. En cursiva las actividades relacionadas con el cambio docente propuesto.

4

Análisis y Discusión

En este capítulo se analiza el cambio propuesto así como los resultados obtenidos en su aplicación parcial durante el último curso. También se incluye una discusión a modo de autoevaluación sobre qué aspectos habría que cambiar de cara a cursos futuros.

4.1. Análisis del cambio propuesto

El cambio docente propuesto en el último capítulo intenta congrega una serie de metodologías docentes que, por un lado, son compatibles en varias de las metas que persiguen, pero por otro, pueden ser incompatibles por el tiempo que se dispone para hacer las tareas y los objetivos que se deberían alcanzar en la asignatura. No obstante, el término medio al que se ha llegado con la instanciación realizada y evaluada este último curso demuestra que es posible combinar varias metodologías e integrarlas de esta manera en una asignatura.

Sin embargo, hay que considerar que es difícil plantear algunas actividades en los momentos que están planificadas, ya que los alumnos van a ritmos diferentes, y quizá cuando se quiere plantear un problema ya hay estudiantes que lo han resuelto por su cuenta en casa (como por ejemplo, realizar algún requisito de la iteración a través de un puzzle) o alumnos que no han terminado aún requisitos previos y que, por lo tanto, ven esa actividad como una pérdida de tiempo. Esto puede ser un problema para las tareas que se realizan justo después de las entregas de cada iteración, dado que estas tareas asumen que todos los grupos han entregado la iteración y que están preparados para comenzar la siguiente, pero puesto que la guía docente de la asignatura permite entregar con retraso (aplicando una penalización), estas condiciones no tienen por qué cumplirse.

Por otro lado, hay que encontrar un equilibrio entre actividades a realizar y tiempo (en clase o en casa) para trabajar en la iteración, ya que si no, el uso de estas metodologías de aprendizaje puede estar en contra de los alumnos si terminan teniendo menos tiempo que el resto de grupos. Esta ha sido una de las razones principales por las que el cambio docente completo no se ha intentado llevar a cabo, ya que existía la posibilidad de saturar a los estudiantes con actividades a costa de quitarles tiempo para hacer el proyecto. Por supuesto, este factor va unido a una falta de aprendizaje autónomo y de organización por parte de los alumnos (recordemos que son alumnos de primero), ya que, en general, aprovechan mucho más el tiempo en clase que en casa, y salvo en la semana anterior a la entrega, el trabajo realizado en casa suele ser mucho menor.

Aspectos críticos positivos	Aspectos críticos negativos
Tema/trabajo interesante/práctico (“más útil” de la carrera)	Código semilla: mucho código no escrito por ti
Kahoot!	El código es difícil de entender (demasiado complejo)
Trabajar en equipos	Equipos: no equilibrados, no suficiente trabajo/esfuerzo
Apoyo del profesor	Demasiado tiempo
	Necesarias sugerencias/herramientas/apps para organizar mejor el tiempo y el trabajo en grupos
	División (en actividades puzzle)

Tabla 4.1: Respuestas agregadas al Cuestionario de Incidencias Críticas realizado en la semana 7.

4.2. Resultados obtenidos

Los resultados objetivos obtenidos se resumen en la Tabla 4.1, donde se han agregado las respuestas de un cuestionario de incidencias críticas realizado en la semana 7, y en las Figuras B.2 y B.4, donde se encuentran resultados de dos encuestas realizadas después de dos pruebas con Kahoot!.

Se puede observar que los alumnos disfrutaban con la asignatura, que Kahoot! les gusta bastante (tanto por el cuestionario como por el *feedback* aportado al acabar cada prueba), y que los aspectos más negativos van en la línea del trabajo en grupo, donde les gustaría hacerlo mejor pero no saben cómo. Es importante notar el hecho de que hubo alumnos (no muchos) que no entendieron la división en subgrupos como parte de las actividades cooperativas (puzzle) y les parecía una pérdida de tiempo. Gracias a la utilización de este cuestionario de incidencias críticas (técnica aprendida en uno de los cursos de Formación Docente) se pudo recoger este *feedback* y se modificó una de las actividades que se iba a realizar. En cualquier caso, este aspecto es algo a mejorar de cara a futuras aplicaciones de este tipo de técnicas.

A falta de otras encuestas o calificaciones finales de la asignatura, pasamos a describir algunos resultados menos objetivos que se han podido recoger en la asignatura. El primero de ellos es la baja tasa de abandono que ha habido en la asignatura: sólo dos personas dejaron la asignatura, una por motivos personales y otra porque había obtenido notas muy bajas. También es de destacar la asistencia, donde el promedio ha sido de 27 alumnos de 31 posibles, un 87 %, muy por encima de las tasas de asistencia promedio de años anteriores (80,1 % y 80,3 %).

Por otro lado, creemos que los alumnos han sido más conscientes de sus debilidades y virtudes (gracias a las autoevaluaciones cada vez que había una entrega), y han ido mejorando en sus partes negativas, reforzando las positivas. De igual modo, pero sin una constatación objetiva, hemos observado que los alumnos han aprendido a relacionarse y a comunicar sus impresiones con el profesor, a pesar de la limitación del idioma y de las reservas iniciales al comienzo del curso. A esto consideramos que ha influido el clima del aula, el cual tiene mucha más importancia en este tipo de metodologías que en la enseñanza habitual, dado que hay más interacción entre profesor y alumnos y entre los propios alumnos. Por ello, y haciendo uso de la Teoría de Sistemas Motivacionales explicada en la Sección 2.4, vemos esto como una consecuencia de que un entorno que facilite las tareas, y en particular, donde el estudiante tenga confianza en sí mismo y en su trabajo, favorece su autonomía y por tanto el aprendizaje.

4.3. Auto-evaluación

Por último, me gustaría evaluar mi propio trabajo como docente tanto en este curso como en el proceso de adaptación de las distintas metodologías a esta asignatura. Lo primero de todo, considero que utilizar las herramientas, técnicas y metodologías docentes que se han explicado, me ha ayudado a llevar mejor la asignatura, ya que era un grupo más numeroso del habitual y, además, se cursaba en inglés (y yo la impartía por primera vez en ese idioma). La razón principal es porque al tener que preparar las actividades por primera vez me ha forzado a llevar mucho mejor preparadas las clases y tener siempre en mente lo que íbamos a hacer las semanas siguientes. Además, el hecho de que varias de estas metodologías muevan el foco del profesor al estudiante, permite el desempeño de la docencia desde otro punto de vista, en algunas ocasiones más como *observador* o *guía*, y se agradece tener esos momentos de vez en cuando.

Por otro lado, aunque he intentado desarrollar el cambio docente con tiempo suficiente para visualizar qué técnicas iban a ser más útiles para los alumnos, hay circunstancias que no se pueden prever. Por ejemplo, la modificación del tamaño de los equipos (debido a que mi grupo era mayor de lo habitual y a que para desarrollar algunas de estas actividades necesitaba equipos de, por lo menos, tres personas) supuso un problema interno en el claustro de profesores, ante una posible/futura queja por parte de los alumnos al respecto de los diferentes tamaños de grupos en la asignatura. Esta queja nunca llegó pero sí que me hizo plantearme si sería posible aplicar el cambio docente con los tamaños originales de la asignatura. Otro problema es el que se ha comentado al principio de esta sección: cuando

alguno de los equipos no había realizado la entrega, no tenía mucho sentido plantear a ese grupo las actividades que estaban planificadas, por lo que debía improvisar y decidir cómo seguir con la clase.

En general, estoy contento con la experiencia que ha supuesto este cambio docente. Considero que la mayoría de las actividades han sido positivas para los alumnos, si acaso, se puede pensar cambiar el orden o el momento de alguna, e intentar no saturar a los estudiantes con el mismo tipo de actividad durante mucho tiempo. También creo que otros grupos se podrían beneficiar de este esquema, por lo que, siempre y cuando los resultados acompañen, se propondrá al resto del claustro que algunos temas se expliquen utilizando metodologías docentes activas.

5

Conclusiones y Trabajo futuro

5.1. Conclusiones

En esta memoria hemos presentado un proyecto de cambio docente para aplicar a una asignatura basada en proyectos y que se cursa en primero del Grado en Ingeniería Informática. Por ello, uno de los objetivos principales ha sido fomentar el aprendizaje autónomo de los alumnos, así como aumentar su motivación y el interés en la asignatura.

Con este objetivo en mente, se ha realizado un estudio de distintas metodologías y herramientas docentes a partir de los cursos recibidos en Formación Docente. Después de ello, y tras un proceso de interiorización de la asignatura y asimilación de las diferentes metodologías, se ha planteado un proyecto que, consideramos, tiene sentido en sí mismo sin ser una amalgama de técnicas sin razón. Este paso ha sido el más crítico, pero ha permitido proponer un proyecto que creemos puede ser aplicable a corto-medio plazo. De momento, una versión reducida del mismo se ha llevado a cabo en el curso 2016/17 con resultados positivos, demostrando que es posible la inclusión de estas metodologías en una asignatura basada en proyectos.

Las técnicas y metodologías aplicadas han sido variadas, pero se han basado sobre todo en el aprendizaje cooperativo y la gamificación, aunque otras metodologías como el aprendizaje basado en problemas, el aula invertida, la evaluación continua y la evaluación del aprendizaje también se han considerado en distintos momentos de la asignatura a través de diferentes actividades y tareas.

Por lo observado este curso, todo el trabajo extra que supone el estudio e implementación de estas técnicas y metodologías merece la pena, en particular, cuando se obtienen resultados positivos como los conseguidos, donde los alumnos aumentan su motivación e

interés en la asignatura, y comienzan las clases esperando la siguiente actividad que se les va a proponer. Sin embargo, hay que ser muy consciente de los límites hasta los que se pueden aplicar estas metodologías, sobre todo si se aplican a asignaturas con varios grupos en paralelo, donde la coordinación es muy importante y los grupos deben ser lo más comparables posibles, tanto en carga de trabajo, como en actividades para casa, evaluaciones en el aula, tamaño de los grupos, cambios en la calificación, etc.

5.2. Trabajo futuro

Como hemos visto, los nuevos métodos de aprendizaje pueden ayudar a aumentar la motivación de los estudiantes y a crear un entorno sensible y adecuado. Por ello estas metodologías docentes deberían ocupar un hueco mayor, si cabe, en la universidad, de forma que se genere un entorno propicio para la enseñanza, así como alumnos motivados por aprender y asistir y participar en clase. Por lo tanto, la primera tarea pendiente que quedaría, evidentemente, es terminar de adaptar la propuesta incluida en esta memoria el curso que viene con la colaboración de otros profesores de la asignatura (dados los buenos resultados obtenidos), así como con el *feedback* recibido después de este curso a la hora de plantear el orden y la duración de diferentes actividades. Sería interesante también incluir más metodologías en la asignatura, y en particular, otras técnicas de aprendizaje cooperativo, tanto formal como informal, por ejemplo algunas de las incluidas en (Mayoral and Biondi, 2016); de esta forma, se podría hacer más ameno el curso sin repetir tanto las mismas actividades (ahora mismo la técnica cooperativa por excelencia son los puzzles) pero consiguiendo los mismos aspectos positivos del aprendizaje cooperativo.

Además, hay varios aspectos que se han quedado fuera incluso del cambio docente propuesto y que deberían tenerse en cuenta. Uno de ellos es el de los estilos de aprendizaje, en particular, la realización de que la forma en que al profesor le parezca apropiada impartir un tema puede no ser la mejor para que un alumno reciba la explicación de dicho tema. Por ello, se podrían estudiar dos ideas para el futuro: primero, la utilización (siempre que sea posible) de un test para determinar el estilo de aprendizaje de los alumnos y, de manera indirecta, el estilo predominante de la clase; y segundo, intentar que la presentación de los conceptos a explicar sea útil para personas con distintos perfiles (por ejemplo, si algo se puede explicar con un gráfico y con un texto, incluir las dos opciones en las transparencias del curso, aunque durante la clase sólo dé tiempo a seguir una).

Por último, sería positivo ir más allá de esta asignatura y aplicar estas (u otras) metodologías en otras asignaturas, tanto en aquellas meramente prácticas (dos horas semanales de laboratorio) como en otras de Máster, donde los grupos son mucho más reducidos. En estos casos, los retos y problemas a resolver sin duda serán diferentes a los propuestos en esta memoria, por lo que habría que replantear qué metodologías y herramientas podrían ser útiles en esos contextos y aplicarlos, aprovechando la experiencia aprendida con este proyecto de cambio docente.

Bibliografía

- Alonso, J. (2001). La evaluación de la competencia curricular en el contexto de la orientación educativa. *Revista española de orientación y psicopedagogía*, 12(21):15–38.
- Andrés, B., Sanchis, R., and Poler, R. (2015). Quiz game applications to review the concepts learnt in class: An application at the university context. In *INTED proceedings*, pages 5654–5662. IATED.
- Aranda, S. R. (2009). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Innovación Experiencias Educativas*, 24:1–6.
- Barron, B. J., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., and Bransford, J. D. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4):271–311.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6):481–486.
- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds. *Journal of MUD research*, 1(1):19.
- Bergmann, J. and Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., and Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4):369–398.
- Contreras, R. S. and Eguia, J. L. (2016). *Gamificación en aulas universitarias*. Bellaterra: Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Cuthbert, P. F. (2005). The student learning process: learning styles or learning approaches? *Teaching in Higher Education*, 10(2):235–249.
- De los Reyes López, E. (2013). La comunicación en el aula y el aprendizaje de los estudiantes. In *Expresión oral y proceso de aprendizaje: la importancia de la oratoria en el ámbito universitario*, pages 145–154. Dykinson.
- Delgado, A. M. and Cuello, R. O. (2006). La evaluación continua en un nuevo escenario docente. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(1).

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, pages 9–15, New York, NY, USA. ACM.
- Ford, M. E. (1992). *Motivating humans: Goals, emotions, and personal agency beliefs*. Sage.
- García Sevilla, J. et al. (2008). *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*.
- Gros, B., Aran, A. P., Guerra, V., and Rotger, C. (2006). L'aprenentatge basat en problemes (abp) amb suport tecnològic. *Educació social. Revista d'intervenció socioeducativa*, (33):157–167.
- Heeter, C., Magerko, B., Medler, B., and Fitzgerald, J. (2009). Game design and the challenge-avoiding, self-validator player type. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS)*, 1(3):53–67.
- Johnson, D. W. and Johnson, R. T. (1975). *Learning together and alone: Cooperation, competition, and individualization*. Prentice-Hall.
- Knutas, A., Ikonen, J., Nikula, U., and Porras, J. (2014). Increasing collaborative communications in a programming course with gamification: A case study. In *Proceedings of the 15th International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech '14*, pages 370–377, New York, NY, USA. ACM.
- Mayoral, M. V. and Biondi, F. Z. (2016). Técnicas formales e informales de aprendizaje cooperativo. In *Alumnos con altas capacidades y aprendizaje cooperativo*, chapter 12.
- Murua-Cuesta, E. (2013). Análisis de la gamificación como concepto aplicable en el proceso de enseñanzaaprendizaje de las matemáticas en 4º de eso. Master's thesis.
- Panadero-Calderón, E. and Alonso-Tapia, J. (2013). Revisión sobre autoevaluación educativa: evidencia empírica de su implementación a través de la autocalificación sin criterios de evaluación, rúbricas y guiones. *Revista de Investigación en Educación*, 11(2):172–197.
- Panitz, T. (1999). Collaborative versus cooperative learning: A comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning.
- Ryan, R. M. and Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1):68.
- Sánchez Rodríguez, J., Ruiz Palmero, J., and Sánchez Vega, E. (2014). Las clases invertidas: beneficios y estrategias para su puesta en práctica en la educación superior.
- Werbach, K. and Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

Zañartu, L. (2000). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal.
Red. Contexto Educativo. Revista Digital en Educación y Nuevas Tecnologías, 28.



Ejemplos de uso de Moodle en el curso

A.1. Vista general del curso

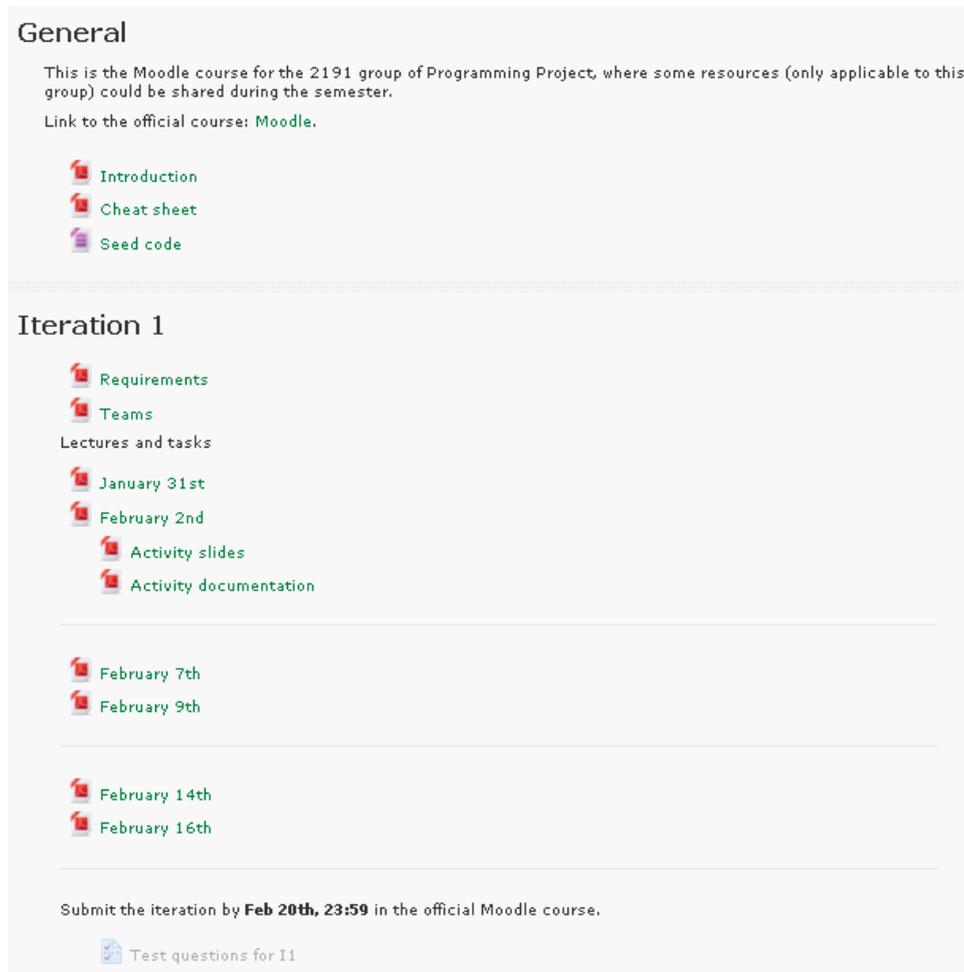
Como se puede ver en la Figura A.1, el curso de Moodle se ha utilizado para indicar a los alumnos las tareas que se iban a realizar en cada clase, así como para llevar a cabo tests y encuestas. Hay que notar que este es un curso donde sólo están matriculados los alumnos del grupo de inglés, y que existe otro curso de Moodle para todos los alumnos de la asignatura donde se tiene acceso al material común (transparencias, enunciados, código de ejemplo, etc.).

A.2. Documentación asociada a actividades

La Figura A.2 muestra un ejemplo de documentación que apoya una actividad cooperativa de tipo puzzle. Esta documentación forma parte de las transparencias que se presentan en el curso de Moodle y que van asociadas a cada clase.

A.3. Tests de autoevaluación

En las Figuras A.3 y A.4 se pueden encontrar dos ejemplos de tests de autoevaluación planteados a través de Moodle en distintas fases del proyecto. Hay que destacar que el test para la primera iteración (Figura A.3) contiene mucho más texto libre para que los alumnos interactúen más con su aplicación y menos con la rúbrica, mientras que en fases



The screenshot displays a Moodle course interface. At the top, the 'General' section contains a welcome message: 'This is the Moodle course for the 2191 group of Programming Project, where some resources (only applicable to this group) could be shared during the semester.' Below this is a link to the official course: 'Moodle'. Three resource icons are listed: 'Introduction', 'Cheat sheet', and 'Seed code'. The 'Iteration 1' section follows, starting with 'Requirements' and 'Teams' resources. A 'Lectures and tasks' section lists dates from 'January 31st' to 'February 16th', each with associated resources like 'Activity slides' and 'Activity documentation'. A submission deadline is noted: 'Submit the iteration by Feb 20th, 23:59 in the official Moodle course.' At the bottom, there is a 'Test questions for I1' resource icon.

Figura A.1: Ejemplo de cómo está organizado el curso de Moodle.

más avanzadas se entiende que son más capaces de decidir (usando la misma rúbrica que se incluye en el enunciado) cuál es la nota que les corresponde.

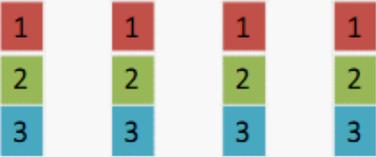
A.4. Para encuestas de trabajo en grupo

La Figura A.5 muestra una encuesta sobre autoevaluación del trabajo en grupo. En esta encuesta se le pregunta al estudiante qué cree que han hecho bien como grupo (para fomentar esos aspectos), cuáles mal (para arreglarlos) y se les insta a que den una nota al grupo completo y a sí mismos, forzando a reflexionar sobre el trabajo en grupo realizado.

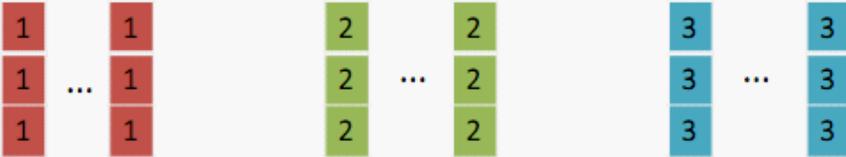
Makefile activity

Steps

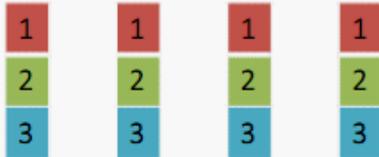
- At the beginning



- Then (around 20 mins)



- At the end



Tasks

- ocabas rule
- clean, dist, and all rules

Figura A.2: Ejemplo de documentación asociada a una actividad tipo puzzle que se muestra en el curso de Moodle.

The image shows a Moodle quiz interface titled "Test questions for I1". It contains 10 questions, each with a text input field and a "Data required as obligatory" label. Questions 1 and 2 are multiple-choice questions with radio buttons for "yes" and "no". Questions 3, 4, 5, 6, 8, 9, and 10 are text-based questions. Question 7 is a text-based question. The questions are as follows:

- 1.- Do you compile with the -g flag?
- 2.- Do you compile with the -Wall flag?
- 3.- Paste here the result of compiling every source code you have submitted and generating the program (i.e., running "make ocabas").
- 4.- List here all the modules included in your project.
- 5.- Include here the definition of the structure for the Object module (if it was implemented).
- 6.- Include here the definition of the structure for the Player module (if it was implemented).
- 7.- Describe where the player and the object are located after the following sequence is introduced in your program after running it: next, next, next, back.
- 8.- Describe where the player and the object are located after the following sequence is introduced in your program after running it: pick (or the command you selected to pick objects), next, next, next.
- 9.- Describe where the player and the object are located after the following sequence is introduced in your program after running it: next, next, leave (or the command to leave objects), next.
- 10.- Describe where the player and the object are located after the following sequence is introduced in your program after running it: pick (or the command you selected to pick objects), next, next, leave (or the command to leave objects), next.

Figura A.3: Ejemplo de test de autoevaluación en Iteración 1 que se muestra en el curso de Moodle.

Test questions for I3

1 * Team number

2 * Names of each member of the group

3 * Expected grade for compilation and delivery

D C B A

4 * Expected grade for functionality

D C B A

5 * Expected grade for tests

D C B A

6 * Expected grade for coding style and documentation

D C B A

7 * Expected grade for project management

D C B A

Figura A.4: Ejemplo de test de autoevaluación en Iteración 3 que se muestra en el curso de Moodle.

Feedback for work group

1 * Describe which things you have done in group that, in your opinion, were done properly and in a good way (e.g., communication, dedication, deadlines, work together, sharing tasks, organisation, meetings, etc.)

2 * Describe which things you have done in group that, in your opinion, were NOT done properly or not up to your standard (e.g., communication, dedication, deadlines, work together, sharing tasks, organisation, meetings, etc.)

3 * Provide a score from 0 to 10 about your opinion for the group performance.

4 * Provide a score from 0 to 10 about your opinion for your own performance in the group.

Figura A.5: Ejemplo de encuesta de trabajo en grupo en Iteración 1 que se muestra en el curso de Moodle.

B

Uso de Kahoot! en el curso

B.1. Test sobre estilos de codificación

La Figura B.1 muestra un resumen de un test sobre estilos de codificación realizado usando Kahoot!. Se puede ver el texto de la pregunta, las opciones posibles y cuál (o cuáles) son las correctas. Además, por la componente competitiva existente en esta herramienta, existe un límite de tiempo para contestar (dando más puntos a la persona que acierta en menor tiempo), este límite también aparece a la derecha de cada pregunta.

La Figura B.2 muestra un resumen de las preguntas acertadas por los estudiantes, así como los resultados agregados de una encuesta que se rellena al final de la prueba. En la misma figura se pueden ver los resultados obtenidos por los estudiantes (nótese que hay alumnos con distinta puntuación habiendo acertado el mismo número de preguntas).

B.2. Test sobre Doxygen

Se muestra la misma información que en la sección anterior pero para una prueba sobre el tema de Doxygen.

Coding style			
Played on	9 Feb 2017		
Hosted by	abellogin		
Played with	29 players		
Played	8 of 8 questions		
Overall Performance			
Total correct answers (%)	48.50%		
Total incorrect answers (%)	51.50%		
Average score (points)	3436.07 points		
Feedback			
How fun was it? (out of 5)	4.76 out of 5		
Did you learn something?	88.00% Yes	12.00% No	
Do you recommend it?	100.00% Yes	0.00% No	
How do you feel?	* 72.41% Positive	* 10.34% Neutral	* 17.24% Negative

Coding style					
Final Scores					
Rank	Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers	
1	David Tome	7085	7		1
2	Diego Ortin	5607	6		2
3	Sergio Torrijos	5606	6		2
4	Javier Muñoz	5261	6		2
5	Alejandro Cirug	4676	5		3
6	Mariano Gómez	4711	5		3
7	Marcos Ramos	4630	5		3
8	Carlos Gijon	4254	5		3
9	Martin	4095	5		4
10	JoseMi.SuaideaS	3952	5		3
11	Jaime Ferrandiz	3667	4		4
12	Ibana Caciula	3674	5		3
13	Luis Bravo	3580	4		4
14	yaiza	3497	4		4
15	Marta	3495	4		4
16	Javier Garcia H	3375	4		4
17	Ethan Sales	3291	4		4
18	Sergio Salcedo	3248	4		4
19	Alvaro Moron	2821	3		5
20	Luis Agudo	2782	3		5
21	Sergio Arranz	2738	3		5
22	Raquel	2617	3		5
23	Alejandro Lopez	2511	3		5
24	AlvaroMedinilla	2469	3		5
25	Javier CasadoI	2181	3		5
26	Paula	1623	2		6
27	Pablo Castedo	987	1		7
28	GonzaloMartinez	613	1		7
29	MANUEL SALVADOR	0	0		8

Figura B.2: Resultados obtenidos con el test de Kahoot! sobre estilos de codificación.

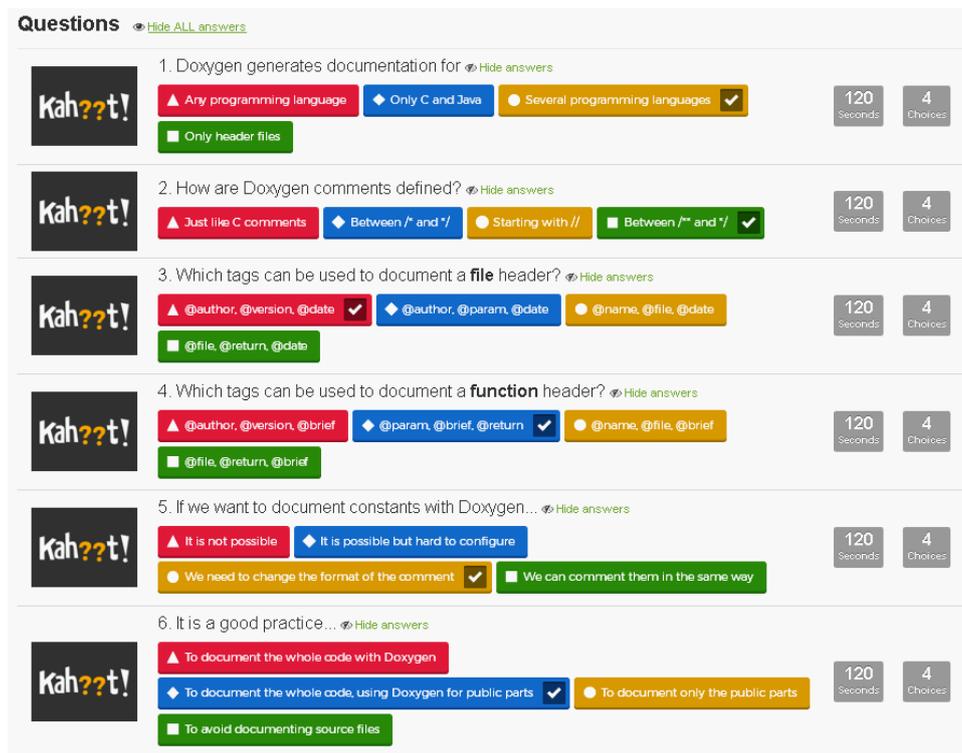


Figura B.3: Resumen de test hecho con Kahoot! sobre Doxygen.

Doxygen documentation			
Played on	16 Mar 2017		
Hosted by	abellogin		
Played with	29 players		
Played	6 of 6 questions		
Overall Performance			
Total correct answers (%)	60.92%		
Total incorrect answers (%)	39.08%		
Average score (points)	3742.45 points		
Feedback			
How fun was it? (out of 5)	3.90 out of 5		
Did you learn something?	86.96% Yes	13.04% No	
Do you recommend it?	78.26% Yes	21.74% No	
How do you feel?	* 68.00% Positive	* 16.00% Neutral	* 16.00% Negative

Doxygen documentation					
Final Scores					
Rank	Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers	
1	Mariano Gómez	5655	5	5	1
2	Marcos1111	5432	5	5	1
3	Diego Ortin	5385	5	5	1
4	GEORGE	5342	5	5	1
5	Martin	5328	5	5	1
6	Marta	5148	5	5	1
7	Sergio s	5134	5	5	1
8	Ethan SALES	4976	5	5	1
9	Javier Muñoz	4408	4	4	2
10	Manuel Salvador	4183	4	4	2
11	Sergio Torrijos	4168	4	4	2
12	Donald Trump	4080	4	4	2
13	David tomé	4010	4	4	2
14	Raquel	4010	4	4	2
15	Alejandro Lopez	3988	4	4	2
16	Luis bravo	3822	4	4	2
17	JOSEMI SUALDEA	3084	3	3	3
18	Carlos Gijon	3035	3	3	3
19	Javier G	3030	3	3	3
20	Pablo C	2984	3	3	3
21	Sergio Arranz	2925	3	3	3
22	Alvaro Medi	2890	3	3	3
23	thenotricusmma	2872	3	3	3
24	Alejandro Ciru	2863	3	3	3
25	Ioana Caciula	2831	3	3	3
26	Paula	2054	2	2	4
27	Javier CAsado	2006	2	2	4
28	Alvaro	1926	2	2	4
29	Jaime Ferrandiz	982	1	1	5

Figura B.4: Resultados obtenidos con el test de Kahoot! sobre Doxygen.



Análisis psicométrico de los resultados de un examen

En este capítulo se muestran los resultados de un análisis psicométrico según lo aprendido en el curso de Formación Docente “Evaluación del Aprendizaje” aplicado a un examen tipo test de 20 preguntas con 3 opciones cada una. Aunque se tienen datos tanto de la convocatoria ordinaria como de la extraordinaria del curso 2015/2016, sólo se usarán los datos de la convocatoria ordinaria, ya que se realizaron únicamente 34 exámenes en la otra convocatoria y el análisis con este volumen de datos no será concluyente. Este examen cuenta 4 puntos sobre 10, los otros 6 puntos se consiguen a través de preguntas abiertas relacionadas con el proyecto desarrollado.

Hay que notar que este examen tipo test se realiza por primera vez en el curso 2015/2016, ya que antes se dedicaban cuatro puntos del examen a preguntas teóricas que no tuvieran que ver tanto con el proyecto; sin embargo, en ese curso se vio que un examen de este otro tipo permitiría evaluar muchas más capacidades del alumno, con una mayor cobertura del temario y en menos tiempo. Es por ello que este análisis psicométrico puede ser muy útil para los profesores de la asignatura ya que se podrá utilizar en cursos posteriores para mejorar el diseño y redacción de dicho test.

C.1. Preparación

En la fase de preparación se recabaron los exámenes a analizar (123 alumnos se presentaron a la convocatoria ordinaria) y se apuntaron en un fichero la respuesta a cada una de las 20 preguntas del mismo, usando las letras ‘a’, ‘b’ o ‘c’ según la primera, la

segunda o la tercera opción hubiera sido seleccionada, la letra ‘d’ se usó para indicar que el alumno había dejado sin responder dicha pregunta. Junto con esta información, que va a ser la base para el análisis psicométrico que se indicará a continuación, también se registró la puntuación en el examen tipo test (donde las preguntas erróneas restan 0,1 y las acertadas suman 0,2), la puntuación en el examen completo (incluyendo las preguntas abiertas), la nota obtenida en las prácticas y el género del alumno, de cara a realizar análisis posteriores como los que se han visto en el curso (determinar qué nota es más decisiva, estudiar si las mujeres tienden a no responder más que los hombres, etc.).

Es importante notar que, durante este proceso, se observaron algunas discrepancias entre las notas del examen tipo test asociadas al alumno y las calculadas automáticamente. Tras una verificación manual de la mayoría de los casos, se concluyó que la nota automática era correcta, existiendo 6 casos donde el estudiante tendría que haber recibido una nota mayor a la que se le dio y 8 casos donde fue al contrario. Se ha confirmado que ninguno de estos casos habría cambiado la evaluación final del estudiante en términos binarios: ningún suspenso habría pasado a estar aprobado o viceversa. En cualquier caso, una primera lección que ha aprendido el claustro de profesores de esta asignatura es que, para evitar este tipo de errores, se enviarán al Gabinete los exámenes tipo test para su corrección.

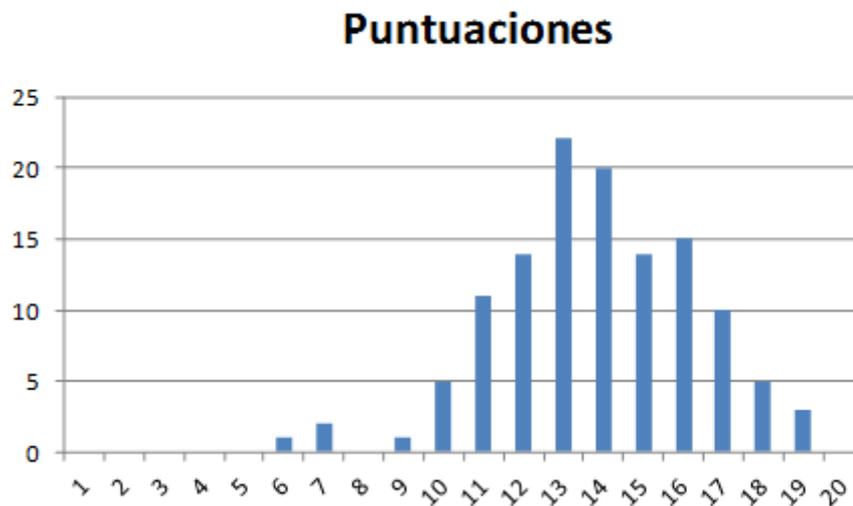


Figura C.1: Histograma de puntuaciones en examen tipo test del curso 2015/2016.

C.2. Indicadores psicométricos del examen

El histograma de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes es el que se muestra en la Figura C.1.

Los descriptivos univariados que resumen el examen son:

- Puntuaciones mínima y máxima: 6 y 19

- Media: 13,829
- Mediana: 14
- Varianza: 6,174
- Desviación estándar: 2,485
- Asimetría (Skewness): $-0,310$
- Kurtosis: 0,333

Estos datos nos indican que el test es relativamente sencillo, ya que la mayoría de los estudiantes aciertan 14 de las 20 preguntas. También se puede ver que estas puntuaciones no siguen una distribución normal. Una consecuencia de este análisis sería que el punto de corte para el aprobado no debería ser 10 sino un valor más alto (hay que recordar que en este examen se penalizaban las respuestas incorrectas).

Los indicadores de fiabilidad del examen son:

- Coeficiente de fiabilidad (entre mitad par e impar del examen): 0,419 (con corrección Spearman-Brown: 0,591)
- Coeficiente alfa de Cronbach: 0,464

Estos indicadores están lejos de los mínimos aceptables estudiados (0,7). Aunque lo analizaremos en más detalle en el próximo apartado, estos niveles bajos de fiabilidad es probable que se deban más a un problema de consistencia interna del examen (no todas las preguntas son igual de fáciles/difíciles ni contribuyen a medir el nivel de conocimiento de los estudiantes) que al hecho de que un estudiante no obtendría puntuaciones similares si respondiera a varios exámenes paralelos, siendo estos dos aspectos indicadores de una fiabilidad alta. Por supuesto, otro factor clave para estos valores tan bajos de fiabilidad es la longitud del examen: según se ha visto en el curso, cuanto mayor es la longitud del examen más crece la fiabilidad. De hecho, según los datos analizados en el curso, la fiabilidad de este examen (0,591) es mayor que la de los exámenes test promedio con su misma longitud (0,52).

C.3. Profecía de Spearman-Brown

Según este análisis, podemos también calcular cuál debería ser la longitud del examen (con preguntas de una calidad similar a las actuales) para conseguir una fiabilidad mayor. Dado que nuestro alfa es bastante bajo (menor de 0,5), para conseguir una fiabilidad de 0,8 el test debería ser 4,61 veces más largo (92 preguntas), mientras que si queremos una fiabilidad de 0,9 debería ser 10,38 veces más largo (208 preguntas).

C.4. Análisis de ítems

El resumen de los estadísticos relacionados con los ítems calculados por TAP es el siguiente:

- Dificultad promedia: 0,691
- Índice de discriminación medio: 0,303
- Correlación ítem-test (mean point biserial) media: 0,291
- Correlación ítem-test corregida (mean adjusted point biserial) media: 0,136

Con estos datos concluimos que el examen tiende a ser fácil aunque la media está cerca de lo que se recomienda (0,6). Los índices de discriminación son todos positivos, aunque la correlación corregida (preferible cuando el examen es corto, como en este caso) no supera el umbral aconsejable de 0,2.

Ítem	Difi- cultad	Índice de discrimi- nación	Aciertos en sub- grupo de mejo- res	Aciertos en sub- grupo de peores	Correlación ítem-test	Correlación ítem-test corregida
1	0,53	0,34	22(67 %)	11(32 %)	0,27	0,07
2	0,24	0,34	14(42 %)	3(9 %)	0,34	0,17
3	0,97	0,12	33(100 %)	30(88 %)	0,26	0,20
4	0,81	0,32	31(94 %)	21(62 %)	0,34	0,19
5	0,70	0,41	29(88 %)	16(47 %)	0,40	0,23
6	0,67	0,38	28(85 %)	16(47 %)	0,34	0,16
7	0,78	0,32	31(94 %)	21(62 %)	0,28	0,12
8	0,40	0,28	19(58 %)	10(29 %)	0,23	0,03
9	0,53	0,61	28(85 %)	8(24 %)	0,46	0,28
10	0,97	0,06	33(100 %)	32(94 %)	0,13	0,06
11	0,90	0,09	31(94 %)	29(85 %)	0,16	0,05
12	0,93	-0,03	31(94 %)	33(97 %)	-0,08	-0,18
13	0,46	0,58	26(79 %)	7(21 %)	0,46	0,28
14	0,86	0,23	32(97 %)	25(74 %)	0,27	0,13
15	0,69	0,38	30(91 %)	18(53 %)	0,34	0,16
16	0,72	0,44	31(94 %)	17(50 %)	0,40	0,24
17	0,53	0,38	25(76 %)	13(38 %)	0,33	0,13
18	0,77	0,26	29(88 %)	21(62 %)	0,32	0,16
19	0,88	0,26	33(100 %)	25(74 %)	0,37	0,25
20	0,48	0,28	21(64 %)	12(35 %)	0,20	0,00

Tabla C.1: Análisis de ítems en examen tipo test del curso 2015/2016.

Para contextualizar el valor de discriminación obtenido y los datos que se verán a continuación, hay tener en cuenta los tamaños y puntuaciones del subgrupo de los mejores (33 estudiantes, mínima puntuación 16) y de los peores (34 estudiantes, máxima puntuación 12). En la Tabla C.1 se muestran los estadísticos anteriores obtenidos para cada ítem.

El programa TAP nos indica que hay problema (bien porque son ítems muy fáciles o muy difíciles, o por tener discriminación o correlación negativa) en cuatro ítems: el 3, el 10, el 12 y el 20. Claramente, el problema con los ítems 3 y 10 es que son muy fáciles (dificultad $\leq 0,95$). El ítem 20 obtiene una correlación ajustada de 0, mientras que el ítem 12 tiene un índice de discriminación negativo (la aciertan más el subgrupo de los peores que el de los mejores) y su correlación con la puntuación del test también es negativa. Consideramos que tener dos preguntas muy fáciles no tiene por qué ser negativo, aunque hay que tener en cuenta que si se mantienen en el examen es como si tuviera sólo 18 preguntas en lugar de 20. Por otro lado, la pregunta 12 claramente supone un problema ya que no sirve ni para predecir lo que saben los alumnos ni para discriminar. En la última sección se analizarán en detalle la redacción de las preguntas por si hubiera un problema con estos ítems o con los contenidos que pretenden evaluar.

En general, la mayoría de los ítems no problemáticos para TAP tienen índices de discriminación bastante altos, lo cual es bueno; todas excepto la 3 (muy fácil, como se vio antes), la 10 (también muy fácil) y la 11 (con dificultad 0,9) tienen índices de discriminación por encima de 0,25. Existen pocas preguntas muy difíciles (sólo la 2) y la mayoría tienen valores centrales (doce entre 0,3 y 0,8). A pesar de estos datos, si se analiza la correlación corregida aparecen ítems donde la correlación pasa a ser muy baja (la 1, 8, 10, 11 y 20), aunque recordemos que en estos casos la correlación se estaría calculando sólo sobre 19 puntos, lo cual no es muy significativo.

Por último, este análisis es consistente con los ítems que harían mejorar el coeficiente alfa de Cronbach si se eliminaran del test, ya que las preguntas 12, 20, 8, 1 y 11 son (en ese orden) aquellas que más harían aumentar dicho coeficiente, y todas ellas han sido mencionadas bien por su baja dificultad, discriminación o correlación.

C.5. Análisis de las respuestas incorrectas

Después de haber analizado las respuestas correctas y cómo estas definen a los ítems (según su dificultad y su discriminación), vamos a analizar las respuestas incorrectas para intentar identificar preguntas defectuosas. En este apartado, nos centraremos en la discriminación de las opciones incorrectas, para buscar aquellos casos no deseados, es decir, que otra opción discrimine tanto o más que la opción marcada como correcta.

En nuestro caso, sólo hay un ítem para el cual la discriminación es mayor en una de las opciones incorrectas: la pregunta 12. Estos son sus valores de discriminación: $-0,031$ para la opción correcta, $0,030$ para las otras dos opciones y $-0,029$ para la opción de no responder. Aunque técnicamente esta pregunta es candidata a ser defectuosa, basta mirar el número de respuestas recibidas por cada opción para descartar este ítem como defectuoso: mientras que la opción correcta fue elegida por 115 estudiantes, las otras dos opciones sólo fueron elegidas en total por 6 alumnos, esto provoca que los porcentajes que se utilizan para calcular la discriminación de cada opción no sean fiables en el caso de las dos opciones incorrectas.

Tras revisar el resto de ítems, no se encuentra ningún caso parecido a este donde los valores de discriminación de otras opciones superen al de la correcta. No obstante, este análisis sí permite descubrir distractores muy buenos (aquellos con un valor de discriminación muy negativo) y muy malos (con valores de discriminación cero y/o que no han sido elegidos como respuesta nunca). Algunos ejemplos de estos casos:

- La opción b de la pregunta 6: tiene un valor de discriminación de $-0,381$ (frente a $0,378$ de la opción correcta).
- La opción a de la pregunta 7: con un valor de discriminación de 0 , sólo fue elegida como respuesta por un estudiante.
- Ocurre lo mismo con la opción b de la pregunta 8.
- La opción b de la pregunta 10 no fue elegida por ningún estudiante.
- Lo mismo ocurre con la opción c de la pregunta 11.
- La opción d (no contestar) en la pregunta 13 resulta ser una opción con alto valor de discriminación ($-0,437$), es decir, los estudiantes que evitan responder esta pregunta tienden a ser del grupo de los peores estudiantes. Se podría argumentar que esto nos indica que todas las posibles respuestas de este ítem están diseñadas para confundir al alumno que no sabe, de manera que no se pueda decidir por la respuesta correcta y prefiera no responder.
- Lo mismo ocurre con la pregunta 15 (la opción de no contestar tiene un valor de discriminación de $-0,411$), la pregunta 16 (valor de discriminación $-0,381$) y 17 (con un valor de $-0,348$).
- La opción a de la pregunta 19 no fue elegida por ningún estudiante.
- La opción c de la pregunta 20 sólo fue elegida por un estudiante.

Este análisis indica qué distractores deberían plantearse de nuevo para aumentar su poder de discriminación negativo (lo cual, como efecto inmediato, incrementaría la dificultad de dichas preguntas).

C.6. Revisión de redacción de preguntas

Comenzamos el análisis de redacción de las preguntas por aquellas más problemáticas, es decir, los ítems 3, 10, 12 y 20.

- La pregunta 3 consiste en interpretar un mensaje de error del compilador. Se puede ver que no hay negaciones y que los distractores son de una longitud muy similar a la respuesta correcta. El problema que puede ocurrir (que haga que esta pregunta

sea extremadamente fácil) es que no es necesario conocer o haber usado un compilador para poder responder, simplemente poder traducir el mensaje de error sería suficiente, ya que en el mismo se incluye la frase “control reaches end of non-void function [-Wreturn-type]”, lo cual encaja con la opción correcta donde se dice que “debería devolver (retornar) algo” y posteriormente aparece la palabra clave “return”. Conclusión: los distractores de esta pregunta deben cambiar para que no sea tan evidente cuál es la respuesta correcta.

- La pregunta 10 tiene varios problemas en la redacción que dejan muy claro cuál es la respuesta correcta: los distractores son mucho más cortos que la respuesta correcta y no son plausibles. Conclusión: habría que incluir distractores plausibles.
- La pregunta 12 también tiene defectos: la pregunta está planteada de forma negada (lo cual puede confundir más a los estudiantes con más conocimiento, como se puede ver por el valor negativo de discriminación de esta pregunta), al menos uno de los distractores (el c) no es plausible (en parte debido al determinante absoluto “ningún”). Conclusión: se recomienda reescribir esta pregunta e incluir un distractor más plausible.
- No se encuentra ningún problema de redacción en la pregunta 20: los distractores tienen la misma longitud que la respuesta correcta, está formulada en positivo, hay concordancia en género y número y los distractores son plausibles. Este ítem era problemático por su nula correlación ajustada con la puntuación del examen. Tras analizar la redacción de la pregunta la conclusión es que el contenido que se quiere evaluar en esta pregunta no ha sido debidamente desarrollado durante la asignatura.

A continuación, se muestra lo que se ha encontrado al respecto de otros ítems problemáticos:

- Pregunta 2 (difícil): uno de los distractores es mucho más largo que la opción correcta, lo cual puede confundir haciendo creer que es la respuesta. Conclusión: dejar la pregunta como está.
- Pregunta 7 (opción a sólo fue elegida por un estudiante): hay dos problemas con el enunciado de esta pregunta: las opciones a y b son excluyentes y la opción c no admite excepciones (“deben aparecer una sola vez”) lo cual hace este distractor poco plausible. Conclusión: habría que buscar dos descriptores más plausibles que no den pistas de cuál es la respuesta correcta.
- Pregunta 8 (correlación muy baja, opción b sólo fue elegida por un estudiante): los distractores tienen la misma longitud y están relacionados con distintos problemas que se quieren detectar; no obstante, al igual que en el ítem 3, el hecho de que haya un mensaje de error en inglés puede hacer que la pregunta sea muy fácil de responder simplemente traduciendo. Conclusión: revisar el texto que acompaña a la pregunta para que los distractores sean plausibles.

- Pregunta 11 (fácil, opción c elegida por ningún estudiante): los distractores de esta pregunta no son útiles, ya que son absolutos (en la opción b se dice “siempre” y en la c “únicamente”) dando pistas de que la opción correcta es la a, la cual es además mucho más larga que las otras opciones. Conclusión: reescribir las tres opciones.
- Pregunta 13 (opción no contestar discrimina mucho): las tres opciones cumplen las normas indicadas en el curso, es por ello que los estudiantes no parecen detectar ninguna pista hacia ninguna de ellas y prefieren no contestar. Conclusión: dejar esta pregunta intacta.
- Pregunta 15 (opción no contestar discrimina mucho): en este caso se tiene una pregunta negada, lo cual puede confundir a los estudiantes (en particular a los que más saben) y evitan responder. Conclusión: reescribir la pregunta en positivo y repetir ese análisis.
- Pregunta 17 (opción no contestar discrimina mucho): aunque uno de los distractores es más largo que los demás, al no ser la opción correcta no es problemático; de hecho, el que los estudiantes del subgrupo de los peores decidan no contestar es una señal de que los distractores y la respuesta son igual de plausibles. Conclusión: dejar esta pregunta intacta.
- Pregunta 19 (opción a elegida por ningún estudiante): en este caso, uno de los distractores es más largo que la opción correcta, lo cual puede explicar que los estudiantes se hayan confundido entre esa opción y la respuesta verdadera; el hecho de que la opción a no se elija nunca puede deberse a que, aunque no se conozcan los conceptos que se preguntan, se puede deducir fácilmente que este distractor no es plausible (es la única opción que incluye la opción “@param” como respuesta, que está asociado con un parámetro, algo que no tienen los ficheros a nivel global). Conclusión: cambiar el distractor a por otro más plausible.