

Seguimiento Adaptativo del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería con Apoyo de Moodle

Ana Lucía Esteban-Sánchez, Javier Esteban-Escañó y María Luisa Sein-Echaluce

Title—Adaptive monitoring in the Engineering Degree Final Project with Moodle support

Abstract—On current Engineering degrees it's necessary to design a monitoring process in order to supervise the subject called "degree final project". This method must be able to manage and evaluate the process and the final documentation. This paper describes the design of an adaptive method and how to put this mechanism into practice using the e-learning system Moodle. Adaptivity gives us the chance of studying different scenarios that can be produced between students and their tutors. The conclusions of this work show a high level of satisfaction whit the adaptative method used in the subject.

Index Terms— Engineering education, Educational technology, Adaptive systems, Project engineering, Collaborative tools

I. INTRODUCCIÓN

EL alumnado de titulaciones españolas de Ingeniería tradicionalmente ha finalizado sus estudios con la realización de la asignatura Proyecto de Fin de Carrera [1] (en adelante PFC), en contraposición con titulaciones de otras áreas, que no incluían esa asignatura. Con la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) las nuevas titulaciones (denominadas Grados), que comenzaron hacia el año 2008, incorporaron la asignatura Trabajo de Fin de Grado (en adelante TFG) y, en el caso de las Ingenierías, han realizado una adaptación del tradicional PFC, incluyendo características de las asignaturas del EEES, como la evaluación continua para la adquisición de competencias.

El nuevo sistema universitario de grados tiene por objeto, entre otros, realizar un mejor control de la cantidad de trabajo y de la gestión del tiempo que necesita el alumnado para realizar una asignatura y, en particular, el TFG. Se incorporan para ello metodologías basadas en evaluación continua (formativa y sumativa) durante todo el proceso. Pero hay que tener en cuenta las características especiales que la nueva asignatura TFG presenta (análogas al antiguo PFC):

- La ausencia de sesiones presenciales programadas oficialmente (no hay clases magistrales al uso).

A. L. Esteban y J. Esteban son profesores en la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia (EUPLA), centro adscrito a la Universidad de Zaragoza y miembros del grupo de investigación GIDTIC. Zaragoza, España (e-mails: anaeste@unizar.es y javeste@unizar.es).

A.L.Esteban, ORCID ID: 0000-0001-9290-5672.

Javier Esteban, ORCID ID: 0000-0001-7995-6969.

M. L. Sein-Echaluce es profesora titular en el departamento de Matemática Aplicada y coordinadora del grupo de investigación GIDTIC en la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España (e-mail: mlsein@unizar.es, ORCID ID: 0000-0002-6873-0996).

- Cada alumno es guiado por un profesor-tutor durante la realización del TFG.
- El producto final del TFG es evaluado por un tribunal formado por docentes.
- Habitualmente es la última asignatura que cursa el estudiante y, en ocasiones, existen condicionantes externos, como la simultaneidad con actividades profesionales.

Pero si en cualquier asignatura el proceso de aprendizaje es personal de cada alumno, las características especiales de la asignatura TFG, antes mencionadas, acentúan esta necesidad de personalización en el aprendizaje.

En ese sentido, la preocupación por el diseño y mejora del proceso de realización de los PFC siempre ha existido [2]–[4] y esa misma actitud se mantiene para los TFG, tanto en el diseño de buenas prácticas para la realización [5], [6] como para la evaluación [7], [8] del proceso.

Entre los avances tecnológicos que han ayudado a llevar a cabo esa personalización, acorde con el perfil, ritmo y progreso del alumnado, son los sistemas hipermedia adaptativos los que más evidencias han dejado [9]–[13]. Estos sistemas facilitan el proceso cognitivo del alumnado en cualquier contexto de aprendizaje y, al mismo tiempo, ayudan a los docentes a llevar a cabo una metodología adaptada a los requerimientos y necesidades de cada alumno, cuya aplicación es complicada en la docencia tradicional. Entre todas las experiencias de aplicación de sistemas adaptativos, destacamos las realizadas en el ámbito de la educación universitaria, en el diseño de contenidos con la ayuda de sistemas de gestión del aprendizaje (en adelante LMS) [14], [15], en la creación y gestión de contenidos adaptativos [16], [17] y actualmente en cursos masivos abiertos y en línea (MOOCs) que se adapten a las características especiales de masividad y heterogeneidad de sus participantes mediante modelos [18], [19] y plataformas de e-learning [20], [14], [17], [15]. En este entorno, donde la atención personalizada al alumnado supone un sobreesfuerzo para el profesorado, la adaptatividad automatizada en la enseñanza presenta claras ventajas al permitir llevar a cabo esa atención con mayor eficacia (mejores resultados) y eficiencia (menor esfuerzo).

Por otra parte, con respecto al proceso de seguimiento en la realización de los TFG, cabe mencionar la metodología diseñada por el Grupo GI-IDES TFG [21] que constituye la base de nuestra propuesta. Dicho método ha sido adaptado al contexto de aplicación de este trabajo, destacando además como principal característica su implantación y uso sobre el LMS Moodle [22].

El objetivo general del método aquí propuesto es el de ayudar al alumnado a obtener unos mejores resultados al final del proceso de enseñanza-aprendizaje durante el desarrollo del TFG. Los objetivos específicos de esta experiencia son:

- Comprender la forma en que el alumnado de la asignatura TFG se enfrenta a un sistema de aprendizaje adaptativo. Determinar las facilidades que la adaptatividad le aporta a la hora de completar sus tareas.
- Generar, a partir del conocimiento adquirido, información útil para el profesorado responsable de las aulas de TFG, que les facilite la toma de decisiones en la implementación de estrategias de aprendizaje adaptativo, usando aquellas que se hayan demostrado más útiles para sus alumnos.
- Descubrir los puntos débiles del proceso actual.

A continuación, se contextualiza el marco metodológico y el tecnológico donde se muestran el proceso de trabajo y el sistema de información utilizados. Seguidamente se expone la investigación presentando tanto el diseño como los resultados de la misma. Y finalmente, se revelan las conclusiones extraídas de esta experiencia adaptativa.

II. MARCO METODOLÓGICO

La situación personal de cada estudiante le condiciona a la hora de abordar la realización del TFG en un plazo y con una dedicación concreta. Por lo que se hace necesario el uso de una metodología de trabajo que sea común pero al mismo tiempo sea flexible en el seguimiento y evaluación de las actividades del proceso. Una metodología que se adapte al ritmo del estudiante, a sus preferencias y a sus necesidades, así como a los perfiles de los distintos actores implicados, es lo que se propone en este método.

Como es obvio, en esta metodología interviene el alumnado matriculado en la asignatura TFG y los profesores que realizan labores de guía y tutorización durante el proceso (en adelante llamados tutores) y que figuran como responsables académicos del producto final, el TFG.

El método de realización del TFG está estructurado en tres fases generales, que se detallan a continuación, y cuya ejecución secuencial está indicada en la Figura 1 [23]:

- **Fase Inicial:** *Evaluación de la propuesta del TFG por parte del tutor.* El estudiante presenta una propuesta (breve resumen y objetivos) sobre la temática del TFG que quiere realizar. El coordinador del grado asigna un tutor al estudiante para su TFG, de acuerdo con la temática propuesta por el estudiante. A continuación, el estudiante debe elaborar un documento con un resumen del trabajo a realizar, la planificación del mismo y un estudio previo del estado del arte en el campo en que se desarrollará el TFG. Este documento es revisado por su tutor, para aclarar o ajustar características de su trabajo, y solo tras su aprobación, el alumno puede pasar a la siguiente fase del trabajo.
- **Fase Progreso:** *Se realiza el trabajo y se supervisan y evalúan los logros en el TFG.* Esta fase contiene el desarrollo del trabajo, la tutorización y la evaluación de distintos logros intermedios que el estudiante debe

superar (evaluación continua formativa y sumativa). El estudiante realiza dos entregas intermedias denominadas *hito I* e *hito II* que son calificadas por el tutor. Antes de la realización de cada hito el tutor aporta consejos y guías y tras su realización le proporciona la realimentación con los puntos conflictivos o errores a subsanar para la siguiente entrega. La superación del hito I permite al estudiante llevar a cabo el hito II.

- **Fase Final:** *Se documentan y recopilan las evidencias generadas durante la realización del TFG, finalizando con su exposición oral.* En esta fase el estudiante realiza la entrega final del TFG que debe contener una memoria, la documentación complementaria necesaria y un póster que resume el trabajo presentado. El tutor evalúa este material y propone una calificación. Si la evaluación es positiva, el tutor autoriza al estudiante a entregar el TFG para su evaluación y defensa oral ante un tribunal. El proceso finaliza cuando el estudiante hace la presentación oral del TFG ante el Tribunal en una de las tres posibles convocatorias. La calificación final del TFG se obtiene a partir de: las calificaciones del tutor a lo largo de la fase de progreso (hito I e hito II) y las calificaciones concedidas por el tribunal tanto para la documentación escrita presentada como para la defensa oral y pública del TFG.

Además de la metodología de trabajo ya expuesta, se proporciona formación al alumnado, al inicio del semestre, sobre recursos útiles en la realización de su TFG:

- Taller de preparación al TFG donde se explica la metodología y tecnología que la apoya.
- Taller de herramientas para la generación de contenidos:
 - Uso de plantillas automatizadas de memoria y anexos, en formatos OpenOffice y Microsoft Office [24].
 - Zotero [25] como gestor bibliográfico.
 - Uso de plantillas para la creación del póster [24].

El plazo deseable para realizar las tres fases del método se iniciaría al principio del semestre y terminaría en la primera convocatoria: junio. Pero en ocasiones el estudiante termina su TFG en 2ª o 3ª convocatoria o incluso no llega a terminarlo y debe presentarlo en el curso siguiente (Figura 2). En este trabajo se muestra el proceso de TFG de este



Figura 1: Fases y actividades principales TFG

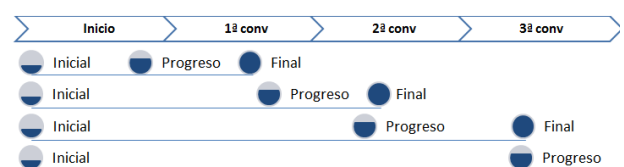


Figura 2 Plazos de trabajo para la entrega del TFG

centro, que podrá ser adaptado a cualquier otra normativa académica.

Como ya se ha mencionado, este trabajo se basa en la metodología diseñada por el Grupo GI-IDES [21], del que se ha eliminado la actividad de “presentación oral de la propuesta” de la fase inicial, por considerarla redundante con las actividades previstas, y habiendo actualizado algunos indicadores e ítems de las rúbricas utilizadas en las actividades evaluativas de las diferentes fases. Así mismo, se incluye en esta propuesta el LMS Moodle como tecnología que apoya cada una de las fases del proceso.

III. MARCO TECNOLÓGICO

En la propuesta metodológica, las diversas actividades incluidas en las fases de realización del TFG deben tener una secuenciación que se adapte a los distintos ritmos, que denominamos *adaptatividad temporal*. Así mismo, los recursos que ambos actores generan en la realización y evaluación de las actividades y durante la comunicación entre ellos (documentos, mensajes y calificaciones), así como la información necesaria, deben ser organizados y puestos a disposición del alumnado de forma personalizada, de acuerdo con los distintos perfiles, lo que denominamos *adaptatividad por perfiles*. Para todo ello, se utiliza la plataforma Moodle que actúa como sistema de gestión del aprendizaje (LMS), permite organizar el conocimiento generado y ofrece herramientas para conseguir los distintos tipos de adaptatividad.

En otras experiencias se han desarrollado nuevos módulos (plugins) para Moodle, específicos para gestionar los TFG [26], lo que conlleva un coste de mantenimiento y actualización para las futuras versiones de Moodle. En esta propuesta se utiliza únicamente la instalación básica de Moodle, lo que facilita la transferibilidad y sostenibilidad del método propuesto.

Los elementos básicos de Moodle permiten crear un aula virtual con los elementos informativos y de interacción necesarios para aplicar este método:

- estáticos: libro, etiquetas, url, carpetas y documentos
- de interacción: foros, mensajería, tareas y encuestas
- de gestión de participantes: agrupamientos y grupos
- de evaluación: calificación directa y calificación mediante rúbricas sobre tareas

En el curso Moodle (que llamaremos aula-Moodle) creado en esta experiencia, además de los profesores tutores y del alumnado, se incluye la figura de *Profesor responsable de la asignatura TFG*. Sus principales funciones son: aplicar la adaptatividad en el aula Moodle, dar formación sobre el proceso y proporcionar recursos y utilidades generales, de interés para el alumnado y sus tutores (normativa, plazos y el material facilitado en los talleres sobre metodología y creación de recursos, etc).

A. Adaptatividad Aplicada en el Diseño del Aula-Moodle

Moodle ofrece mecanismos para configurar fácilmente la adaptatividad dentro de sus cursos. Así, la *adaptatividad temporal* se aplica mediante restricciones de acceso dependientes de la superación o finalización de otros recursos. Y la *adaptatividad por perfiles* se consigue mediante el control de accesos por pertenencia a grupos y agrupamientos.

A continuación se explica el diseño del aula-Moodle respecto a la adaptatividad en el acceso temporal a recursos y actividades y en el acceso a la información y la comunicación según perfiles.

1) Adaptatividad temporal

Para organizar las fases de trabajo (Inicial, Progreso y Final), se aplica restricción de acceso a los recursos y actividades que componen cada fase. Los recursos/actividades se hacen visibles dependiendo de que se haya accedido a ciertos recursos u obtenido una calificación mínima en actividades anteriores. De esta forma, la superación de la “Propuesta inicial” hace visible la fase de Progreso, dentro de la cual se encuentra la tarea de entrega del Hito I. A su vez, la superación del Hito I hace visible la tarea de entrega del Hito II. Y por último, la superación del Hito II hace visible la fase Final (Figura 3).

El acceso a los recursos y actividades tiene un diseño temporal adaptativo, de manera que es la progresión y superación de las actividades propuestas, lo que le permite avanzar en las fases del proceso de TFG establecidas en el aula. De esta forma, el proceso es riguroso en cuanto a la obligación de pasar revisiones por parte de los tutores del TFG (evaluación formativa y sumativa). Pero a la vez es flexible, en cuanto a la ubicación temporal en que se recorren esas fases de entrega, aunque obliga a planificar el trabajo de forma coordinada entre tutor y estudiante. La gran ventaja de este diseño recae sobre el estudiante, ya que tiene la percepción de que el proceso se adapta a su ritmo de avance en la realización de las diferentes actividades del TFG.

2) Adaptatividad por perfiles

Para tener puntos de información y comunicación independientes para los diferentes colectivos se controla su acceso mediante la pertenencia a grupos/agrupamientos, en combinación con la restricción de acceso (herramientas propias de Moodle). Se crean varios agrupamientos, denominados: Profesores, Tribunal i y Titulados.

- Agrupamiento *Profesores* (Figura 4): los tutores tiene una sección propia dentro del aula-Moodle cuyo

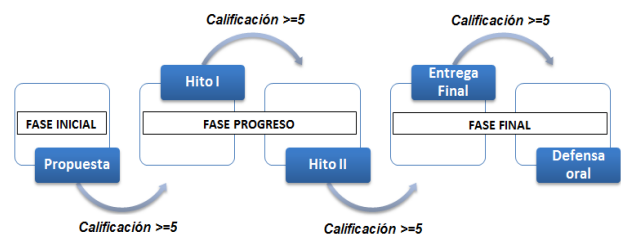


Figura 3 Adaptatividad temporal en TFG

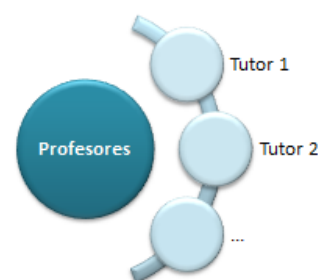


Figura 4 Agrupamiento Profesores

objetivo es proporcionar un punto de comunicación y recursos sólo visible al profesorado.

- Agrupamiento *Tribunal i* (Figura 5): Cada tribunal *i* (del aula-Moodle) contiene los grupos formados por cada tutor y el alumnado que tutoriza. La configuración del foro del tribunal con la opción de “grupos separados”, permite disponer de un punto de comunicación y colaboración “privado” entre cada tutor y el grupo de estudiantes que supervisa.
- Agrupamiento *Titulados* (Figura 6): donde se incluye el alumnado que ha superado su TFG, con el objetivo de permitirles acceso a la encuesta de satisfacción final.

El aula-Moodle consigue centralizar el punto de trabajo y comunicación entre todos los implicados en el TFG. La aplicación de la adaptatividad por perfiles proporciona la ventaja de canalizar las actividades y mensajería por grupos, consiguiendo que todos los avisos de la actividad realizada en el aula llegue únicamente a sus destinatarios y no a todos los participantes.

El uso del aula-Moodle supone el apoyo tecnológico para el marco metodológico antes expuesto. Su objetivo es guiar tanto al alumnado como a los tutores en las distintas fases. Por una parte para personalizar el aprendizaje, de acuerdo con los ritmos y el progreso del alumnado y sus tutores, así como con sus perfiles. Por otra parte, el aula-Moodle permite unificar la metodología de trabajo y la evaluación continua (formativa y sumativa) en el TFG, lo que repercutirá en mejoras en la evaluación final de los tribunales. Y aunque todos los estudiantes deben realizar la misma secuencia de fases, cada uno decide en qué momento realizarlas.

IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A. Contexto de la Investigación

El método aquí propuesto se ha aplicado durante los cursos 2013-14 y 2014-15, en las asignaturas TFG en los Grados de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería en Organización Industrial, que se imparten en la Escuela

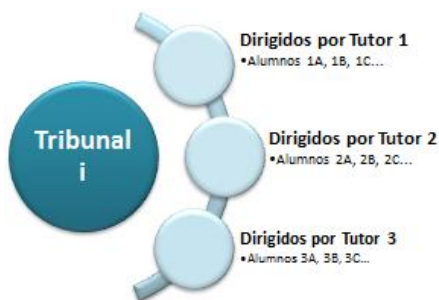


Figura 5 Agrupamiento y grupos Tribunales

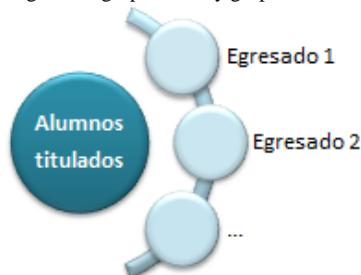


Figura 6 Agrupamiento Titulados

Universitaria Politécnica de La Almunia (en adelante EUPLA) en la Universidad de Zaragoza.

En ambos grados la asignatura de TFG tiene asignados 12 ECTS y está ubicada en el segundo semestre del 4º curso. Se ofrecen tres convocatorias de presentación de TFG (junio, septiembre y diciembre). El trabajo en la asignatura de TFG se plantea inicialmente para un período de 20 semanas, pero puede alargarse hasta once meses en el caso de presentarse en la 3ª convocatoria.

Por otra parte, destacaremos que, en esta experiencia particular, los tribunales que evalúan el trabajo final están formados por tutores que intervienen en el proceso, de ahí la utilización de esta terminología en uno de los agrupamientos.

El proceso de seguimiento en el desarrollo del TFG y el uso del aula-Moodle son los objetos de interés en el diseño de investigación que se describe a continuación.

B. Diseño de Investigación

Se considera un estudio de caso tipo mixto [27], [28], combinando técnicas cuantitativas y cualitativas, como diseño de investigación, para observar el grado de satisfacción respecto al método aplicado, por parte del alumnado una vez aprobado el TFG y de sus tutores.

El trabajo de investigación se inició en el curso 2013-14, en una presentación a congreso, se describió la metodología empleada y los primeros resultados [29]. En este trabajo se incorporan los datos del curso 2014-15 a la parte cuantitativa del estudio y se ha realizado la parte cualitativa de la investigación, realizando entrevistas a los distintos actores del proceso, combinando los resultados de ambos.

1) Técnicas cuantitativas

Para la parte cuantitativa del estudio se realizó una encuesta de satisfacción, adaptación del cuestionario COLLES, con una doble intención: recoger información sobre el correcto diseño de la asignatura TFG y sobre los núcleos de interés de la investigación. En el diseño de las preguntas se realiza una ampliación de la encuesta de satisfacción TFG diseñada por la Universidad de Cádiz [30]. La encuesta utilizada usa una escala Likert de 5 niveles para un total de 28 preguntas, agrupadas en 5 bloques:

- 8 sobre la realización del TFG
- 3 sobre la distribución temporal de la asignatura
- 6 sobre la organización del aula-Moodle
- 3 sobre la acción tutorial
- 4 sobre la motivación y satisfacción obtenida con la realización del TFG

2) Técnicas cualitativas

Para la parte cualitativa, se uso la técnica de *entrevista en profundidad*, ya que como sistema de recogida de datos facilita la interacción con los sujetos de estudio y permite, a través de sus relatos, determinar cuáles han sido sus estrategias para vencer los problemas que se han encontrado durante la aplicación del método.

a) Presupuestos de partida de la investigación

En este apartado se reflejan los supuestos de los que parten los investigadores a la hora de diseñar la entrevista:

- El método adaptativo propuesto ayuda al alumnado a organizar su trabajo en la realización del TFG.

- La tecnología utilizada ayuda a alumnado y tutores a aplicar la metodología adaptativa.

b) *Núcleos de interés*

Los núcleos de interés de la investigación serán:

- La influencia que ha tenido la adaptatividad temporal en el paso del alumnado por el aula
- La influencia que ha tenido la adaptatividad por perfiles en el paso del alumnado por el aula
- La forma en que el alumnado ha percibido su paso por el aula
- La utilidad que ha encontrado el alumnado en el aula

A la hora de estructurar el procedimiento de la entrevista se han tomado las siguientes decisiones:

- Número de entrevistas: una entrevista por participante.
- Transcripción de las entrevistas: Previa autorización de los narradores, se procede a su grabación, se realiza una transcripción de la misma que se hace llegar al entrevistado.

Las preguntas que sirven como inicio de la entrevista en profundidad han sido diseñadas para esta experiencia y responden a los núcleos de interés y a los presupuestos de investigación definidos previamente, (otras nuevas cuestiones surgirán a partir de la emergencia de la entrevista): Las preguntas utilizadas han sido estas:

- Descríbeme en general tu experiencia en la realización del TFG.
- ¿Participaste en los talleres formativos para el TFG? ¿Cuál es tu opinión?
- ¿En qué te ha ayudado el aula-Moodle para la realización del TFG?
- ¿Qué te parece que una actividad no se haga visible hasta que no hayas superado una actividad previa?
- ¿Has encontrado útil la información básica del aula-Moodle (plazos, normativa, metodología, etc)?
- Si has leído el documento que describe la metodología de trabajo en el TFG ¿qué te ha parecido?
- ¿Has usado la plantilla de memoria de TFG dentro de los recursos del aula-Moodle? ¿Qué te ha parecido? ¿Otras plantillas?
- ¿Te han ayudado los recursos incluidos en el aula-Moodle relacionados con los talleres?
- ¿Qué recursos has echado en falta en el aula-Moodle?
- ¿Tu tutor te ha evaluado a tiempo las entregas que ibas haciendo?
- ¿Cuál ha sido tu relación con el tutor en el proceso de realización del TFG?

V. RESULTADOS

A. Resultados Cuantitativos

La participación de los egresados en las encuestas ha sido:

- el 12.5% en Ingeniería Mecatrónica en el curso 2014-15 de un total de 16 alumnos
- el 65% de los egresados en Ingeniería en Organización Industrial en el curso 2013-14 de un total de 20 alumnos
- el 42,8% de los egresados en Ingeniería en Organización Industrial en el curso 2014-15 de un total de 7 alumnos.

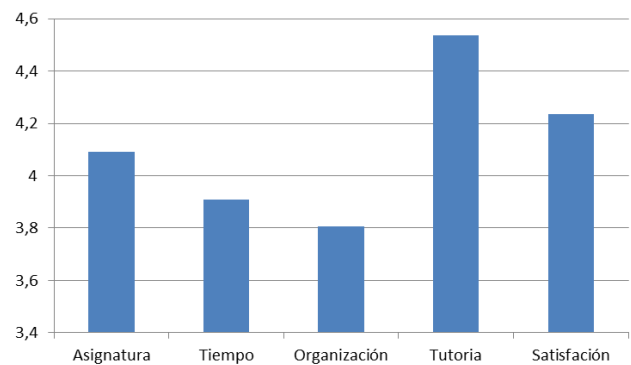


Figura 7 Gráfico resultados encuesta

La media de respuestas (entre 1 y 5), por bloques de preguntas, se puede ver en la figura 7.

De la encuesta realizada cabe destacar el elevado grado de satisfacción de los encuestados, con una media de 4.53 en la puntuación del bloque de preguntas de la acción tutorial, con una media de 4,26 en el proceso de realización del TFG, con una media 4.09 en la satisfacción por la realización del TFG, con una media de 3.9 en la gestión de su tiempo durante la realización del TFG y con una media de 3.8 sobre el uso que han hecho del aula-Moodle.

Entrando más en detalle:

- La pregunta sobre si el acceso temporal personalizado ha sido útil ha obtenido una media de 4.2 lo que refleja la percepción positiva de este sistema de adaptatividad.
- La pregunta sobre si la información contenida en el aula-Moodle ha sido suficiente, tiene una media de 4.1, lo que refleja que el diseño creado es percibido como útil por los alumnos.
- La pregunta sobre si las fases del trabajo han sido adecuadas, encontramos una media de 3.6 lo que indica que a muchos de los alumnos les ha parecido adecuada, aunque se percibe mejorable.
- La pregunta sobre si conocías con claridad los objetivos del TFG antes de comenzar, tiene una media de 3.3, lo que indica que lo que más cuesta al alumnado es la fase inicial (establecimiento de objetivos y metodología).

Realizando una comparación entre las medias de las respuestas del curso 2013-2014 y el 2014-2015 no se aprecian diferencias significativas usando un test de Wilcoxon con un p -valor < 0.01 . Esto indica que entre ambos cursos la percepción de los alumnos no ha cambiado para ninguna de las respuestas.

B. Resultados Cualitativos

De todos los estudiantes matriculados, se ha escogido a los egresados que presentaron el TFG en cualquiera de las convocatorias del curso 2014-15. Se ha entrevistado a un 25% de los alumnos que cumplen esta condición, 4 para el grado en Ingeniería Mecatrónica y 2 para grado en Ingeniería en Organización Industrial. En el colectivo de tutores se ha entrevistado a 2 tutores del grado en Ingeniería Mecatrónica y 3 del grado en Ingeniería en Organización Industrial.

Se ha realizado una triangulación de las respuestas obtenidas por los alumnos y tutores para verificar cada dato. A continuación se muestran estos resultados organizados por las categorías: gestión del tiempo, contenidos del aula

Moodle, información oficial de TFG, relación tutor-alumno y documentación y formación.

- *Gestión del tiempo*: Uno de los núcleos de interés del trabajo es la influencia que la adaptatividad temporal ha tenido sobre el alumnado. Las entrevistas corroboran que el alumnado está de acuerdo con el sistema de seguimiento de su trabajo, que evita que se inicie una actividad hasta que no se obtenga una superación y realimentación de la anterior y que cada una de esas entregas sea evaluada como parte de la evaluación continua de la asignatura. Sobre las distintas fases del TFG, tanto tutores como alumnado indicaron que la fase inicial de determinación de los objetivos y la metodología a seguir es una de las más costosas en tiempo para los alumnos.
- *Contenidos del aula-Moodle*. En general el alumnado ha hecho un uso más intensivo de los recursos de Moodle que los tutores, que lo han utilizado como sistema de recepción y evaluación de entregas parciales. Los tutores no han apreciado dificultad en el uso de Moodle como herramienta tecnológica y han visto interesante poder consultar las entregas de otros alumnos. El alumnado ha apreciado positivamente la presencia de las plantillas y de los recursos externos que les proporcionaron información, en particular sobre cómo incluir la bibliografía en los documentos. Todavía sigue habiendo un uso importante del correo electrónico en detrimento del uso de la mensajería Moodle, cuyo uso debería incentivarse como sistema de comunicación privado entre tutor y alumno, ya que permite centralizar la comunicación.
- *Información oficial de TFG (normativa, plazos, etc)*: Tanto profesores como alumnos encuentran de mucha utilidad esta información y la forma en que se ofrece. El acceso a los pósteres de los TFG aprobados en convocatorias anteriores ha resultado polémica, ya que algunos dicen que les ha orientado y otros dicen que les ha confundido. Esto puede deberse a que se accede a los pósteres, pero sin indicar la calificación que obtuvieron.
- *Relación tutor-alumno*. Tanto profesores como alumnos califican en la mayoría de los casos esta relación como muy satisfactoria y clave para la correcta consecución del TFG. Las tutorías realizadas han sido principalmente presenciales, aunque se debe incentivar el uso de los foros como repositorio de dudas generales. Los alumnos aprecian poder tener tantas tutorías como sea necesario e indican que hubo una elevada implicación de su tutor en la consecución del Trabajo Fin de Grado, realizando a veces varias correcciones previas antes de la entrega final de cada hito.
- *Documentación y formación*. En general la documentación proporcionada y los cursos realizados para el desarrollo del Trabajo de Fin de Grado parecen útiles, aunque muchos de los alumnos encuestados no pudieron asistir a la formación inicial.

C. Plan de Mejora Fruto del Estudio Cualitativo

A continuación se indican algunas sugerencias de mejora en el método propuesto, surgidas durante la realización de las entrevistas, que han sido relevantes por estar confirmadas por varios participantes de ambos colectivos:

Gestión del tiempo: Algunos alumnos y tutores han indicado la conveniencia de que la fase de progreso incluyera más hitos (evaluaciones) intermedios. El alumnado sugiere incluir en el aula-Moodle un calendario con su planificación del trabajo, que su tutor ha aprobado en la fase inicial, para poder seguir su avance real. Se sugiere también que las entregas por hitos tengan fechas asignadas en función de la convocatoria de entrega, para tener una planificación más clara del cuatrimestre. Tutores y alumnos creen que el tiempo para la asignación del TFG es excesivamente largo, lo que supone un retraso importante para el alumnado que se presenta en la primera convocatoria y no tiene tiempo para seguir las siguientes fases en condiciones óptimas (se trasladará a las autoridades de la EUPLA para agilizar la fase inicial).

Contenidos: Alumnos y profesores sugieren: añadir ejemplos seleccionados de TFG aprobados en cursos anteriores e incluir un calendario con las fechas de entrega de los hitos I y II (fase de progreso) para cada convocatoria.

Relación tutor-alumno: El grado de satisfacción con el tutor manifestado por el alumnado es alto, en particular en la realimentación aportada por el tutor en las actividades evaluativas del proceso.

VI. CONCLUSIONES

Se ha conseguido una aplicación práctica de una metodología propuesta previamente [21] dando las pautas concretas para llevarla a cabo en cualquier contexto.

La combinación de las técnicas cualitativas y cuantitativas asegura que los resultados obtenidos reflejan la percepción de los actores en el proceso. Como se ha comprobado, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, los alumnos están muy satisfechos con el proceso de realización de su TFG, así como con el mecanismo de adaptatividad incluido en el aula-Moodle y la acción tutorial, lo que concuerda con otras experiencias de aprendizaje adaptativo [15], [31]. La división por fases del trabajo ha resultado satisfactoria para los participantes en el proceso que creen que los contenidos incluidos en el aula-Moodle son adecuados y útiles. Por último, la adaptatividad en contenidos también es percibida de forma favorable, como se demostró en un trabajo previo [29], obteniéndose una correlación de 0.77 entre la percepción de la utilidad de la adaptatividad diseñada y la satisfacción global con el TFG realizado.

En base a los objetivos fijados en esta investigación, podemos decir que el alumnado ha aceptado de forma favorable la aplicación de la adaptatividad en el Aula-Moodle. Considerando la adaptatividad temporal un buen mecanismo de guía personalizada en el proceso TFG. La adaptatividad por perfiles es menos valorada por parte del alumnado, como era de esperar, ya que cada uno ve lo que corresponde a su perfil y desconoce lo del resto de usuarios. Pero en caso de no aplicarse, se saturaría de información a todos los usuarios. El profesor responsable del aula, puede interpretar los resultados obtenidos de la aplicación de la adaptatividad como exitosos en ambos sentidos (temporal y por perfiles).

El método propuesto para el seguimiento del desarrollo del TFG es sostenible ya que la tecnología que la soporta (Moodle) es software de código abierto y no precisa de

desarrollo adicional, en contra de lo realizado en otros trabajos [26]. Por otra parte, se trata de un método transferible a cualquier área de conocimiento y la tecnología utilizada es de amplio y fácil uso, por lo que en áreas diferentes de las Ingenierías, solo la ausencia del antecesor del TFG, el PFC, en las anteriores titulaciones, puede provocar dificultades en su aplicación.

En trabajos futuros se incorporará, al método propuesto, el plan de mejora señalado anteriormente, se mejorará la técnica de investigación con nuevos instrumentos que faciliten información más detallada del sistema de seguimiento de los TFG y que permitan demostrar el impacto positivo del método en el aprendizaje del alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Diputación General de Aragón y al Fondo Social Europeo, su apoyo en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] A. Polo Márquez, J. Martínez Gil, y L. J. Arévalo Rosado, «Hacia una metodología para el desarrollo de trabajos y Proyectos Fin de Carrera en Ingeniería Informática», *XIII Jorn. Enseñ. Univ. Informática JENUI*, pp. 15–17, 2007.
- [2] M. Á. Millán Muñoz y J. M. Medina Villaverde, «Nuevo enfoque multidisciplinar en el proyecto fin de carrera en ingeniería civil □ : experiencia en la UEM», *REDU Rev. Docencia Univ.*, vol. 8, n.º 2, pp. 117-128, 2010.
- [3] J. Francés Monllor, M. L. Álvarez López, J. Vera Guarinos, S. Bleda Pérez, C. Neipp López, y A. Beléndez Vázquez, «Aplicación de herramientas web colaborativas en la realización de Proyectos Fin de Carrera en Ingeniería», *VIII Jorn. Redes Investig. En Docencia Univ.*, pp. 1709-1721, 2010.
- [4] J. J. Olarte Larrea, «Análisis y propuesta de mejora en la dirección de Proyectos de Fin de Carrera en Ingeniería Informática», Universidad de La Rioja, 2015.
- [5] G. Estapé-Dubreuil, M. Rullan Ayza, O. Paz Torres, M. J. Espuny Tomás, J. Pons Aróztegui, C. Monforte Royo, y J. Montes, «Trabajos Fin de Grado: la coordinación como clave del éxito», *Rev. Congr. Int. Docencia Univ. Innovació CIDUI*, vol. 1, n.º 1, 2012.
- [6] D. Hernández-Leo, V. Moreno Oliver, I. Camps, R. Clarisó, A. Martínez-Monés, M. J. Marco-Galindo, y J. Melero, «Implementación de buenas prácticas en los Trabajos Fin de Grado», *Rev. Docencia Univ.*, vol. 11, pp. 259-278, 2013.
- [7] V. Moreno Oliver, D. Hernández-Leo, I. Camps i Pujolar, y J. Melero Gallardo, «Uso de rúbricas para el seguimiento y evaluación de los trabajos fin de grado», *II Congr. Int. Sobre Eval. Por Competencias Mediante ERúbricas*, oct. 2012.
- [8] V. Moreno, G. Carpintero, y D. Hernández-Leo, «Dos casos del uso de rúbricas para la evaluación de Trabajos Fin de Grado», *III Jorn. Innov. Educ. En Ing. Telemática*, oct. 2013.
- [9] B. de L. Passardiere y A. Dufresne, «Adaptive Navigational Tools for Educational Hupermedia», en *Proceedings of the 4th International Conference on Computer Assisted Learning*, London, UK, UK, 1992, pp. 555–567.
- [10] C. Kaplan, J. Fenwick, y J. Chen, «Adaptive hypertext navigation based on user goals and context», *User Model. User-Adapt. Interact.*, vol. 3, n.º 3, pp. 193-220, sep. 1993.
- [11] P. Brusilovsky, «Methods and techniques of adaptive hypermedia», *User Model. User-Adapt. Interact.*, vol. 6, n.º 2-3, pp. 87-129, jul. 1996.
- [12] P. De Bra, A. Aerts, B. Berden, B. De Lange, B. Rousseau, T. Santic, D. Smits, y N. Stash, «AHA! The adaptive hypermedia architecture», en *Proceedings of the fourteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, 2003, pp. 81–84.
- [13] A. J. Berlanga Flores y F. J. García Peñalvo, «Learning Design in Adaptive Educational Hypermedia Systems», 2008. [En línea]. Disponible en: <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/21699>. [Accedido: 03-mar-2016].
- [14] D. Lerís y M. L. Sein-Echaluce, «La personalización del aprendizaje: un objetivo del paradigma educativo centrado en el aprendizaje», *Arbor*, vol. 187, n.º Extra_3, pp. 123-134, dic. 2011.
- [15] D. Lerís López, F. Vea Muniesa, y Á. Velamazán Gimeno, «Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos», *Educ. Knowl. Soc. EKS*, vol. 16, n.º 4, p. 138, dic. 2015.
- [16] A. J. Berlanga Flores y F. J. García Peñalvo, «IMS LD reusable elements for adaptive learning designs», 17-sep-2005. [En línea]. Disponible en: <http://gredos.usal.es/xmlui/handle/10366/21710?show=full>. [Accedido: 03-mar-2016].
- [17] Á. Fidalgo-Blanco, F. J. García-Peñalvo, M. L. Sein-Echaluce, y M. Á. Conde-Gonzalez, «Learning content management systems for the definition of adaptive learning environments», en *2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2014, pp. 105-110.
- [18] Á. Fidalgo Blanco, F. J. García-Peñalvo, y M. Sein-Echaluce, «A methodology proposal for developing adaptive cMOOC», en *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturalitay*, 2013, pp. 553–558.
- [19] N. (Nish) Sonwalkar, «The First Adaptive MOOC: A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture—Part I», *MOOCs FORUM*, vol. 1, n.º P, pp. 22-29, sep. 2013.
- [20] «iMOOC». [En línea]. Disponible en: <http://gridlab.upm.es/imoooc/>. [Accedido: 03-mar-2016].
- [21] Grup GI-IDES TFG, «GI-IDES Materials | TFG», 2012. [En línea]. Disponible en: <http://grupsderecerca.uab.cat/gi-ides-tfg/content/materials>. [Accedido: 21-feb-2016].
- [22] Moodle, «Moodle - Open-source learning platform | Moodle.org», 2016. [En línea]. Disponible en: <https://moodle.org/>. [Accedido: 29-feb-2016].
- [23] EUPLA, «Proceso de TFG. Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia», 2015. [En línea]. Disponible en: http://www.eupla.unizar.es/files/docs/grados/TFG_dic_2013/procesotfg.pdf. [Accedido: 22-feb-2016].
- [24] EUPLA, «Plantillas TFG», 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.eupla.unizar.es/index.php/trabajos-fin-de-grado>. [Accedido: 22-feb-2016].

- [25] «Zotero», 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.zotero.org/>. [Accedido: 20-feb-2016].
- [26] C. López Nozal, J. F. Díez Pastor, J. Maudes Raedo, y R. Marticorena Sánchez, «Módulo Moodle para Gestionar Trabajos Final de Grado o Máster», *Rev. Iberoam. Technol. Aprendiz.*, vol. 7, n.º 3, pp. 155-162, ago. 2012.
- [27] J. L. Green, G. Camilli, y P. B. Elmore, *Handbook of Complementary Methods in Education Research*. Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
- [28] A. B. Dellinger y N. L. Leech, «Toward a Unified Validation Framework in Mixed Methods Research», *J. Mix. Methods Res.*, vol. 1, n.º 4, pp. 309-332, ene. 2007.
- [29] J. Esteban Escaño, A. L. Esteban Sánchez, y M. L. Sein-Echaluce Lacleta, «Aprendizaje adaptativo en las aulas Moodle de TFG», en *La sociedad del aprendizaje. Actas del III congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y competitividad. Cinaic 2015*, 2015, pp. 726-731.
- [30] Universidad de Cádiz, «Evaluación de la elaboración del trabajo fin de grado. Encuesta alumnos», 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.uca.es/recursosgen/doc/Centros/CCMar/1816177068_562013103627.pdf.
- [31] M. L. Sein-Echaluce, P. M. Aguado, J. Esteban-Escaño, A. Esteban-Sánchez, P. Florentín, M. C. Gracia-Gómez, D. Lerís, F. Veja, y M. Á. Velamazán, «Design of Adaptive Experiences in Higher Education Through a Learning Management System», en *Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, New York, NY, USA, 2015, pp. 165–171.

Ana L. Esteban Sánchez. Doctora en Información y Documentación por la Universidad de Zaragoza en el 2013 y Máster en Software Libre por la Universidad Abierta de Cataluña en el 2009. Es actualmente Profesora Titular de Escuela Universitaria del área de Electrónica, Informática y Control en la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia, centro adscrito a la Universidad de Zaragoza. Desde 2014 es miembro del Grupo de Investigación GIDTIC de la Universidad de Zaragoza.

Javier Esteban-Escaño. Master en Sociedad de la Información y el conocimiento por la Universidad Oberta de Catalunya en el 2011 y Licenciado en Informática por la Universidad Oberta de Catalunya en el 2010. Es actualmente Profesor Titular de Escuela Universitaria del área de Electrónica, Informática y Control en la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia, centro adscrito a la Universidad de Zaragoza. Desde 2014 es miembro del Grupo de Investigación GIDTIC de la Universidad de Zaragoza.

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta. Doctora en Matemáticas por la Universidad de Zaragoza en 1986 y Profesora Titular de Universidad desde 1992. Actualmente es profesora del departamento de Matemática Aplicada de la en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Directora del Campus Virtual y Coordinadora del Grupo de Investigación GIDTIC de la Universidad de Zaragoza.