



## Artículo invitado

# Todos mis estudiantes acaban el TFG, y en el tiempo previsto

Fermín Sánchez, Jaume Moral y David López

Facultat d' Informàtica de Barcelona  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Barcelona

fermin@ac.upc.edu, jaumem@fib.upc.edu, david@ac.upc.edu

### Resumen

Los Trabajos de Fin de Grado (TFG) deben ser evaluados a partir de competencias, como el resto de las asignaturas de la titulación. La Guía de Evaluación de los trabajos de Fin de Grado y Master en las Ingenierías recomienda que esta evaluación se realice en 3 hitos (Inicial, de Seguimiento y Final) mediante 5 acciones de evaluación. Cada hito/acción puede ser evaluado mediante rúbricas por un agente evaluador distinto a partir de indicadores objetivos.

Este planteamiento es considerablemente distinto al que tenían los Proyectos de Final de Carrera que eran evaluados, normalmente sólo a su finalización, por un tribunal que ponía una única nota que contemplaba todos los aspectos del proyecto. La complejidad de la evaluación de los TFG puede provocar que muchas escuelas traten de simplificarla para reducir el tiempo dedicado a su gestión, lo que sin duda repercutirá negativamente en la calidad del TFG y de su evaluación.

Para evitar este fenómeno, en la Facultat d'Informàtica de Barcelona hemos diseñado una aplicación que facilita la gestión de la evaluación de los TFG, de forma que, pese a usar los tres hitos y las cinco acciones de evaluación que recomienda la Guía, con un total de 26 indicadores objetivos (con sus respectivas rúbricas) y agentes evaluadores diferentes para cada hito, la evaluación resulta sencilla y rápida y al profesorado le ha resultado fácil adaptarse a la nueva metodología. Este diseño ha permitido mejorar la ratio de proyectos presentados y reducido considerablemente la duración de los proyectos. Los datos que disponemos de dos años (2013–14 y 2014–15) indican que se han presentado el 97 % de los TFG y que sólo un 1 % de los TFG ha invertido más de 12 meses desde su matriculación hasta su lectura. En este trabajo se presentan las ideas que han guiado el diseño de la aplicación y los resultados de dos años de aplicación.

**Palabras clave:** Evaluación TFG, Software evaluación TFG, Evaluación por competencias.

## 1. Motivación

El EEES define que los planes de estudios han de ser diseñados a partir de las competencias de la titulación. Este diseño debe reflejarse en las estrategias de enseñanza/aprendizaje y en los métodos de evaluación y también en el Trabajo Final de Grado (TFG): aprendizaje y evaluación han de estar orientados, ambos, a competencias.

En la Facultat d'Informàtica de Barcelona de la Universitat Politècnica de Catalunya (FIB) se ha hecho un gran esfuerzo por cumplir con estas directivas, pero uno de los aspectos donde más se ha notado el cambio ha sido, sin duda, en los TFG.

En los planes de estudios anteriores a la implantación del EEES, los Proyectos de Fin de Carrera (PFC) tenían en la FIB

las siguientes características:

- No existían directivas respecto a las fases y objetivos más allá del criterio del director. Cada director definía el alcance del PFC.
- La evaluación se realizaba en un único acto al final del proyecto y se hacía a partir de la memoria del proyecto y de una defensa oral del mismo. No había entregas parciales ni ningún tipo de seguimiento más allá que el que decidiese realizar *motu proprio* el director.
- El tribunal que evaluaba el proyecto estaba formado por tres miembros: un Presidente (propuesto por el director), un secretario (el propio director) y un vocal escogido por sorteo entre los profesores del centro. Nor-

malmente, tanto el presidente como el secretario eran “expertos” en el tema abordado por el PFC.

- La nota del PFC se ponía después de una deliberación del tribunal. Esta deliberación era libre y no estaba pautada de forma alguna. Las competencias técnicas y transversales se evaluaban de forma conjunta, con la ponderación que el tribunal considerase conveniente en cada caso, y que podía variar de un PFC a otro y de un tribunal a otro.
- El porcentaje de sobresalientes y Matrículas de Honor era muy superior al que se daba en cualquier otra asignatura. Para no desvirtuar el sentido de una Matrícula de Honor, y teniendo en cuenta que en la FIB están limitadas al 5 % de cada asignatura, se decidió que los tribunales sólo podrían hacer «propuestas de Matrícula de Honor» y que una comisión seleccionada por el centro evaluaría anualmente estas propuestas y determinaría cuáles de ellas eran merecedoras de la Matrícula de Honor.

Como consecuencia de esta metodología para el desarrollo y la evaluación del PFC, se detectaron los siguientes problemas:

- Los alumnos estaban poco formados para hacer un proyecto en el momento de comenzar su PFC y la calidad de su formación final en proyectos dependía mucho de la formación en dirección de proyectos del director del PFC. El director, por su parte, tenía que formar a todos sus proyectistas una y otra vez, en cada nuevo proyecto. El papel del director era determinante: había directores que exigían una clara planificación inicial y el cumplimiento de plazos estrictos, mientras que otros actuaban de una manera más caótica o relajada. Algunos directores se preocupaban de tener un buen estudio del estado del arte o de la viabilidad del proyecto, mientras que otros poco menos que ignoraban estos apartados. Unos directores hacían seguimiento del proyecto, mientras que otros dejaban el seguimiento en manos de la proactividad del estudiante.
- Diferentes tribunales podrían haber puesto diferentes notas al mismo proyecto, tanto por establecer una ponderación diferente entre competencias técnicas y transversales como por evaluar de forma poco objetiva las competencias. Por ejemplo, algunos tribunales daban mucha importancia a la memoria del proyecto y a su presentación, mientras otros consideraban que lo importante era fundamentalmente la calidad técnica del proyecto. No había un criterio claro de evaluación, lo que llevaba a calificaciones arbitrarias. Algunos proyectos recibían notas muy inferiores a las de otros proyectos que parecían claramente peores, simplemente porque al no haber criterios establecidos cada tribunal aplicaba los que consideraba oportunos en cada caso.

- La duración del proyecto dependía de los intereses del director. Pese a que el tiempo de dedicación de un estudiante a su PFC estaba claramente estipulado en el plan de estudios, y era diferente para un proyecto de ingeniería que para un proyecto de ingeniería técnica, a los profesores les costaba diferenciarlos y tendían a proponer proyectos para la ingeniería independientemente de si el estudiante estudiaba la Ingeniería en Informática o una de las dos ingenierías técnicas que impartía la FIB (informática de sistemas e informática de gestión). Esto provocaba que los estudiantes de ingenierías técnicas dedicasen a su PFC más tiempo del que deberían.
- Incluso los estudiantes de ingeniería dedicaban más tiempo del estipulado. Ya fuera porque no sabían cuánto tiempo debían dedicar, por exceso de celo o por la presión del director, el caso es que muchos de los proyectos de ingeniería tenían una dedicación mayor de las 900 horas previstas (1 semestre). Este hecho provocaba, en muchas ocasiones, que los proyectos durasen mucho más de 6 meses e incluso más de 1 año, como puede observarse en el apartado 4.
- Los estudiantes no necesitaban hacer el PFC para encontrar trabajo. De hecho, la mayoría de ellos compaginaba sus últimos años de estudios con un trabajo remunerado, por lo que una vez acababan de cursar las asignaturas de la carrera se dedicaban a trabajar y “olvidaban” que tenían que hacer el PFC para obtener el título. De hecho, algunos ni siquiera intentaban comenzar. Sólo cuando el título era preciso para su puesto de trabajo, o cuando un cambio de plan de estudios se avecinaba, se decidían a hacer finalmente el PFC. En este caso, y dado que ya tenían varios años de experiencia en la industria, normalmente escogían un proyecto en el que hubiesen participado y se limitaban a documentarlo y presentarlo. La existencia de una bolsa de estudiantes que estaban pendientes de acabar su PFC para obtener el título repercutía negativamente en las estadísticas de la FIB (el porcentaje de titulados respecto a los alumnos ingresados era menor que el de otras titulaciones similares de la universidad) y también en su capacidad económica, ya que una parte del presupuesto ordinario del centro depende del número y porcentaje de egresados anuales.

El EEES supuso una oportunidad para tratar de solventar, o al menos reducir, todos estos problemas. La implantación del Grado en Ingeniería Informática se llevó los PFC y trajo consigo los TFG, y aprovechando el cambio se decidió diseñar un modelo de seguimiento y evaluación que subsanase los inconvenientes detectados. El apartado 2 muestra brevemente las ideas principales del modelo que se ha implantado en la FIB. En el apartado 3 se describe la herramienta que se diseñó para gestionar de forma eficaz el modelo de seguimiento y evaluación de los TFG. El apartado 4 presenta los resultados

obtenidos durante los dos primeros años que se han producido egresados y los compara con los de años anteriores.

## 2. Modelo de seguimiento y evaluación del TFG

Para diseñar el modelo de seguimiento y evaluación del TFG se usó el esquema propuesto en la Guía para la evaluación de competencias en los trabajos de Fin de Grado y Master de las Ingenierías [1]. En la Guía se define que la evaluación del TFG debe realizarse en 3 hitos: el Hito Inicial, el Hito de Seguimiento y el Hito Final. Las competencias a evaluar en el TFG se definen en forma de indicadores que se distribuyen entre los 3 hitos y se evalúan mediante una rúbrica específica para cada indicador en cada hito.

En nuestro caso, se tomaron una serie de decisiones para tratar de resolver los problemas detectados en los PFC, detallados en el apartado 1. Con el objeto de unificar la formación en gestión de proyectos de los estudiantes se diseñó un TFG de 18 créditos, de los cuales 3 se dedican a esta formación cuando se inicia el TFG. Los otros 15 corresponden al proyecto en sí y permiten la movilidad de los estudiantes, ya que la mayoría de las escuelas de informática en Europa tienen proyectos de 15 créditos. Los 3 créditos de formación se cursan en un módulo denominado GEP (GEstión de Proyectos [2]) que se realiza al inicio de cada semestre y que cursan todos los estudiantes que han matriculado el TFG. GEP tiene un formato semipresencial (sólo la evaluación es presencial), es intensivo (se realiza en un mes) y su evaluación es también la del Hito Inicial del TFG. Esta evaluación es realizada tanto por los profesores de GEP como por el director del TFG. Los detalles del modelo de seguimiento y evaluación de los TFG en la FIB pueden encontrarse en escritos anteriores [2, 3]. A continuación se describen brevemente las características principales del modelo de seguimiento y evaluación de los TFG usado en la FIB:

- GEP garantiza que el proyecto se ha puesto en marcha en un tiempo razonable (1 mes) y con un planteamiento adecuado. El Hito de Seguimiento es evaluado por el director del TFG hacia la mitad del proyecto. En caso de que el proyecto no haya avanzado como se esperaba, se programa una nueva evaluación del Hito de Seguimiento. La última evaluación realizada es la que se considera como evaluación del hito. Las evaluaciones previas son descartadas, pero el director puede tenerlas en cuenta a la hora de evaluar el Hito de Seguimiento.
- El Hito Final es evaluado por un tribunal que está formado por tres miembros: dos expertos en la especialidad del proyecto y un miembro escogido por sorteo entre los profesores del centro. Para minimizar el posible efecto del tribunal en la nota del TFG, se decidió que un

mismo tribunal evaluaría varios proyectos en una misma sesión, con un máximo de 4 proyectos por sesión (una mañana o una tarde), y que no podía ser miembro del tribunal el director de ninguno de los TFG evaluados. Como en la FIB se imparten las 5 especialidades del Grado en Ingeniería Informática, y el TFG debe estar asociado a una especialidad, los 5 tribunales pueden evaluar hasta 20 TFG en sólo una sesión de cada uno.

- Para distribuir en el tiempo la lectura de los TFG, y no obligar a los estudiantes a evaluarse únicamente al final del curso, cada proyecto puede escoger entre tres turnos de evaluación durante el año académico (desde el mes 5 hasta el mes 12).<sup>1</sup> Esto facilita la distribución de los TFG entre los tres turnos y permite que, en muchos casos, un único tribunal evalúe todos los TFG de la especialidad de un turno. Como hay 4 turnos de evaluación cada año (aunque un mismo TFG sólo puede acceder a tres de ellos porque el cuarto está fuera de su rango de lectura), y 5 tribunales (uno por especialidad), se puede garantizar en media que cada año se pueden leer 80 TFG con un solo tribunal por especialidad en cada turno. La experiencia nos ha demostrado que en algunas especialidades necesitamos 2 tribunales por turno (para no sobrecargar de trabajo a los miembros de un tribunal), pero no se ha considerado un problema dado que cada tribunal evalúa hasta 4 estudiantes y así se garantiza una cierta ecuanimidad.
- En el TFG se evalúan 7 competencias transversales (actitud emprendedora e innovación, sostenibilidad y compromiso social, comunicación efectiva oral y escrita, uso solvente de los recursos de información, aprendizaje autónomo, actitud adecuada frente al trabajo y razonamiento) a través de 26 indicadores: 8 indicadores en los hitos Inicial y De Seguimiento y 10 indicadores en el Hito Final. Cada indicador tiene asociada una rúbrica con 4 notas posibles (no conseguido, conseguido pero no con el nivel esperado, conseguido con el nivel esperado y conseguido con excelencia) para unificar el criterio de los agentes evaluadores. Las competencias técnicas se evalúan de forma conjunta a criterio del propio tribunal. Somos conscientes de que esta decisión permite una cierta arbitrariedad en la evaluación de las competencias técnicas, pero varios factores apoyan que es un modelo correcto en este caso: (1) los proyectos de Ingeniería Informática son muy distintos entre sí, incluso dentro de una misma especialidad; (2) definir una rúbrica para estas competencias restringiría mucho la evaluación y muy probablemente no cubriría todos los casos posibles, y (3) el hecho de que un mismo tribunal formado por expertos en el área evalúe en la misma sesión varios proyectos (a veces todos los matriculados en la especialidad en un curso determinado) minimiza

<sup>1</sup>El director del proyecto debe dar el visto bueno a la memoria para que el proyecto sea evaluado, lo que garantiza que el TFG cumple los requisitos mínimos de calidad.

la influencia del tribunal en la evaluación del Hito Final.

- El 40 % de la nota final proviene de la evaluación de las competencias transversales y el 60 % restante de las competencias técnicas. En el Hito Final, el tribunal puede consultar los resultados de la evaluación de los hitos anteriores (en escritos anteriores [2, 3] pueden encontrarse más detalles sobre la forma de calcular la nota).
- Pese a que los estudiantes siguen sin necesitar el TFG para encontrar trabajo, ya que muchos compatibilizan sus estudios con un trabajo remunerado los últimos cursos, perciben GEP como una asignatura más y la cursan. Cuando se dan cuenta están lanzados en su proyecto, por lo que les resulta más difícil abandonarlo (y de hecho los resultados prueban que no lo hacen).

En la gestión de la inscripción, seguimiento y evaluación del TFG intervienen muchos actores y procesos distintos por lo que, si no se dispone de un sistema eficaz, esta gestión puede resultar muy complicada. Si este es el caso, los profesores que intervienen en el proceso buscarán vías para simplificarlo, probablemente desvirtuándolo y reduciendo la probabilidad de alcanzar los objetivos definidos por el centro. Para evitar que esto suceda, hemos desarrollado una aplicación informática que gestiona todo el proceso y facilita enormemente a profesores, estudiantes y personal de administración su trabajo. La siguiente sección describe el funcionamiento de esta aplicación, que está integrada en El Racó, el Campus Virtual de la FIB.

### 3. La aplicación

Creemos que la herramienta que aquí describimos es imprescindible para poder aplicar de forma efectiva el modelo de seguimiento y evaluación descrito en el apartado 2. La aplicación reduce el salto en complejidad evaluadora de los TFG con respecto a los PFC, que se evalúan en un único acto al final. Se ha duplicado el número de personas implicadas en la evaluación, triplicado el número de actos evaluativos y se ha pasado de evaluar con una nota única todo el proyecto a una nota calculada a partir de 26 indicadores en tres hitos y cinco acciones de evaluación, basada en competencias y gestionada por medio de rúbricas e informes.

La mejor manera de entender el funcionamiento de la aplicación es entender el proceso general que sigue un TFG en la FIB, que es el siguiente:

1. El estudiante selecciona un proyecto de su especialidad (a propuesta suya, de una empresa o de un profesor) y lo inscribe a través del campus virtual. Para ello, debe indicar qué competencias técnicas de la especialidad se van a trabajar en el proyecto. Esta selección será posteriormente validada por el director y por el responsable de la especialidad. La figura 1 presenta un diagrama de flujo de esta fase.

2. El estudiante matricula el TFG y cursa GEP [2], donde recibe formación no presencial durante tres semanas que aplica directamente a su TFG. Realiza varias entregas de documentación, que deben ser validadas por el director del proyecto y por el profesor de GEP, y hace una presentación final la cuarta semana. Es evaluado por el profesor de GEP (que evalúa 8 indicadores) y por el director del proyecto (que evalúa 4 indicadores, un subconjunto de los evaluados por el profesor de GEP). Esta evaluación es la nota del Hito Inicial. En la figura 2 se presenta la pantalla que usa el director para evaluar el Hito Inicial. Como puede observarse, para realizar la evaluación de los 4 indicadores sólo tiene que hacer 4 clics en la opción seleccionada de la rúbrica.
3. Una vez superado el Hito Inicial, el estudiante define la fecha del Hito de Seguimiento y escoge el turno de lectura (hay tres turnos posibles). En la fecha acordada para el Hito de Seguimiento el estudiante presenta el informe de seguimiento, el director lo valida y realiza la evaluación del hito, que puede implicar (o no) una entrevista presencial con el estudiante. En caso de que el estudiante no haya llegado al punto del proyecto establecido en el Hito Inicial para el Hito de Seguimiento, acuerda con el director una nueva fecha para la evaluación. Este proceso se repite tantas veces como sea necesario y sólo se realiza la evaluación la última vez. El director puede considerar en esta evaluación, si lo considera conveniente, los anteriores Hitos de Seguimiento fallidos.
4. Al menos dos semanas antes del turno acordado para la presentación del TFG, el estudiante sube al campus virtual la memoria del proyecto, que debe ser validada por el director antes de estar accesible al tribunal. El día de la lectura el estudiante hace la presentación oral de su proyecto y contesta a las preguntas del tribunal. Al finalizar la lectura de todos los proyectos del turno (un máximo de 4), el tribunal delibera y los evalúa uno a uno. Los estudiantes pueden consultar su nota a partir del momento en que el tribunal la introduce en la aplicación, normalmente menos de 24 horas después de la lectura.

La figura 3 muestra el diagrama de flujo del proceso descrito en los puntos 2, 3 y 4.

El tribunal evalúa los 10 indicadores del Hito Final (con simplemente 10 clics), cada uno de ellos por consenso o por mayoría, y pone una nota conjunta (entre 0 y 10) a las competencias técnicas. Si lo desea, puede consultar la evaluación de los hitos anteriores. En caso de que un TFG sea de excepcional calidad, el tribunal puede decidir poner hasta un punto extra (justificando el motivo por el que lo hace). Esto permite compensar el hecho de que cuando la nota final se calcula a partir de un conjunto elevado de notas parciales es difícil obtener la calificación máxima. Una vez el tribunal ha realizado la evaluación, la aplicación calcula automáticamente la nota

## Fase de inscripción

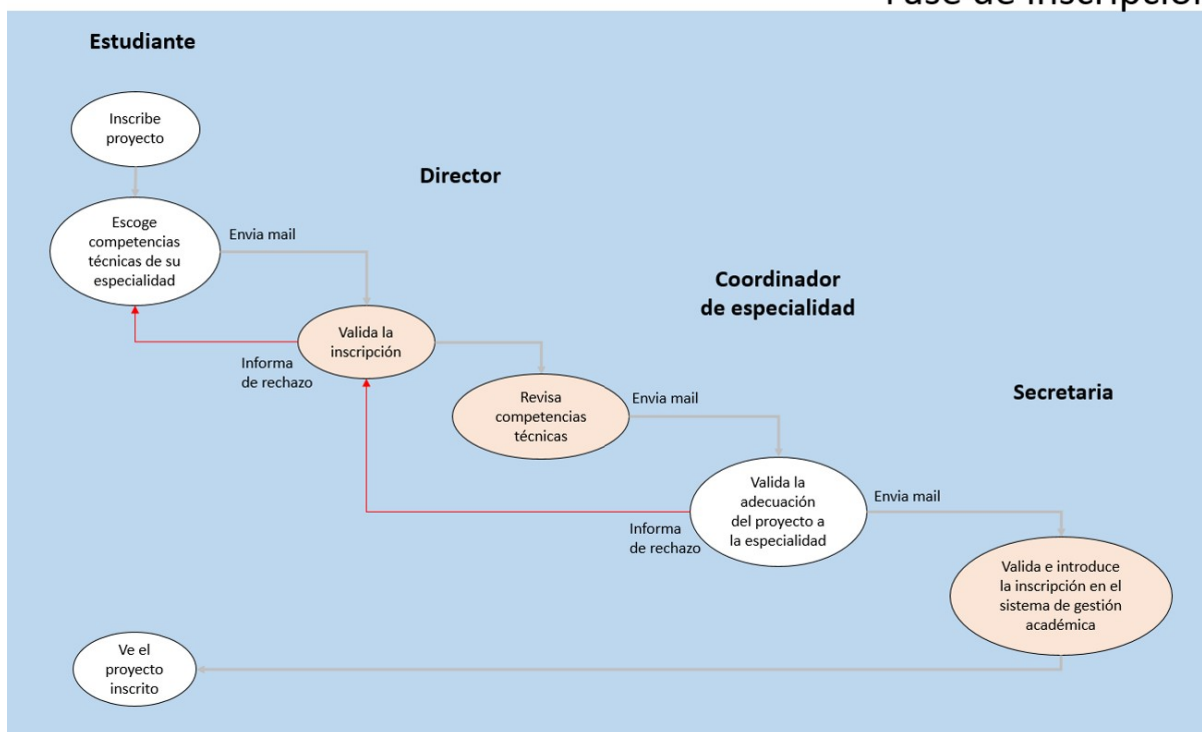


Figura 1: Diagrama de flujo de la fase de inscripción y matrícula del TFG.

del TFG y de cada una de las competencias transversales y la muestra a título informativo (describir el algoritmo usado para calcular la nota está fuera de los objetivos de este trabajo, y puede consultarse en obras anteriores [2, 3]). La figura 4 muestra cómo se presenta al tribunal la evaluación conjunta de los indicadores una vez evaluados. Nótese que alguno de los indicadores se evalúa en más de un hito y existe en este caso una rúbrica específica del indicador para cada uno de los hitos. En ningún caso el tribunal puede modificar la nota calculada por la aplicación o rehacer la evaluación. En caso de que la nota sea igual o superior a 9,5, la aplicación ofrece al tribunal la posibilidad de poner una Matrícula de Honor.

Para verificar que la nota propuesta por la aplicación era adecuada, durante 1 año se pidió a todos los tribunales que sugiriesen una nota final única para el proyecto antes de ver la nota propuesta por la aplicación. Esto permitió detectar alguna pequeña disfunción del algoritmo de cálculo de la nota y ajustarlo. En prácticamente todos los casos, no obstante, la diferencia entre la nota propuesta por la aplicación y la propuesta por el tribunal variaba apenas unas décimas. Por otra parte, el estudiante puede consultar en el campus virtual el estado de su TFG en cada momento. Un código de colores le permite identificar rápidamente las partes ya finalizadas y los procesos pendientes, así como acceder a los informes de evaluación ya realizados. La figura 5 muestra la información tal y como la ve el estudiante. En verde se muestran los procesos

terminados y en azul el siguiente proceso que está pendiente de realizar. Finalmente, los procesos a realizar en el futuro están sombreados en gris. Los procesos están ordenados temporalmente de arriba abajo. En el caso de la figura 5, el estudiante está pendiente de entregar el informe de seguimiento para ser evaluado del Hito de Seguimiento.

## 4. Resultados

Para presentar los resultados de este trabajo hemos decidido incluir sobre todo resultados cuantitativos, pero también alguno cualitativo. Con respecto a estos últimos, se han realizado encuestas a los estudiantes para conocer su opinión sobre el proceso de seguimiento y evaluación del TFG (especialmente sobre el impacto de GEP) y sobre el aprendizaje de las competencias transversales. En la mayoría de los casos los estudiantes consideran que GEP les ha orientado a la hora de plantear el TFG y opinan que sin GEP probablemente habrían tardado más tiempo en acabar el proyecto. Los resultados cuantitativos demuestran que esta apreciación es del todo correcta.

Con respecto a las competencias transversales, es notable la opinión de los profesores que han ejercido de miembros de un tribunal o de directores de un TFG. Pese a que la metodología descrita en este trabajo despertó al principio reticencias en algunos profesores (tanto por la existencia de GEP como por

### Rúbrica Hito Inicial Director

Proyecto: Prova

Alumno: LUKE SKYWALKER

Comentario del director: **No hi ha director ni ponent així que validem la memoria automàticament**

Última actualización: 2014-11-18

<p><b>Formulación del problema</b></p> <p>¿Cuál es el problema a resolver? ¿Está ya resuelto y hay que utilizar/adaptar una solución existente o hay que diseñar una nueva solución? ¿Cuáles son los objetivos del TFG? ¿Están clara y suficientemente especificados? ¿Está acotado el alcance del proyecto? ¿A quién va dirigido el producto? ¿Quién lo utilizará? ¿Quién se beneficiará del resultado del trabajo? ¿El proyecto tiene la entidad suficiente para ser un TFG y se justifica que lo realice un ingeniero técnico?</p> <p> <input type="radio"/> No alcanzado  <input type="radio"/> Casi alcanzado  <input type="radio"/> Alcanzado correctamente  <input checked="" type="radio"/> Alcanzado con excelencia         </p>
<p><b>Planificación</b></p> <p>¿Existe una planificación temporal preliminar del proyecto? ¿Existe un análisis inicial de los costes (esfuerzos y recursos) de realización del proyecto? ¿Existe una estimación de las limitaciones y/o de los riesgos del TFG?</p> <p> <input type="radio"/> No alcanzado  <input type="radio"/> Casi alcanzado  <input type="radio"/> Alcanzado correctamente  <input checked="" type="radio"/> Alcanzado con excelencia         </p>
<p><b>Metodología y rigor</b></p> <p>¿Se describe la metodología de trabajo a seguir? ¿Qué herramientas se utilizarán para el seguimiento del proyecto? ¿Se describe el método de validación de los resultados obtenidos?</p> <p> <input type="radio"/> No alcanzado  <input checked="" type="radio"/> Casi alcanzado  <input type="radio"/> Alcanzado correctamente  <input type="radio"/> Alcanzado con excelencia         </p>
<p><b>Sostenibilidad y compromiso social</b></p> <p>¿Se analiza el impacto social, ambiental y/o económico que puede tener el proyecto en el entorno en el que se enmarca? Por ejemplo, ¿el proyecto permitirá mejorar, directa o indirectamente, la calidad de vida de las personas?, ¿permitirá reducir la huella ecológica?, ¿será económicamente viable?, ¿se propone la inclusión de mecanismos de accounting para cuantificar los efectos en sostenibilidad?</p> <p> <input type="radio"/> No alcanzado  <input type="radio"/> Casi alcanzado  <input type="radio"/> Alcanzado correctamente  <input checked="" type="radio"/> Alcanzado con excelencia         </p>

Figura 2: Rúbrica de evaluación del Hito Inicial del director del TFG.

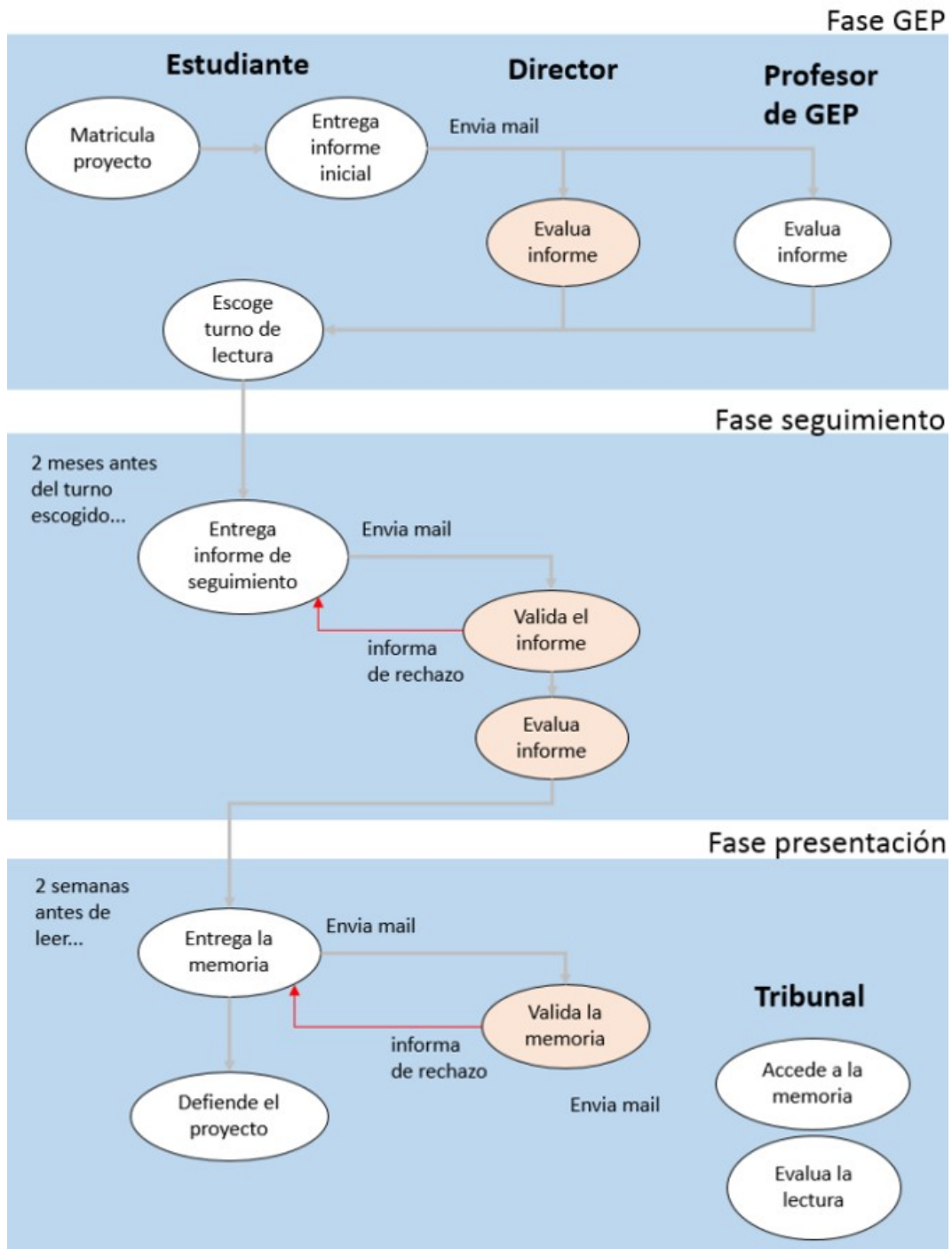


Figura 3: Diagrama de evaluación del TFG.

**Proyecto: Implementación del software de control de una espada laser**

Alumno:: LUKE SKYWALKER

Última actualización:: 2015-05-07

INDICADOR	HITO 1		HITO 2	HITO 3
Formulación del problema	Alcanzado correctamente	Alcanzado con excelencia		Alcanzado correctamente
Contextualización del proyecto			Alcanzado con excelencia	
Planificación	Alcanzado con excelencia	Alcanzado correctamente	Alcanzado con excelencia	Alcanzado con excelencia
Metodología y rigor	Alcanzado con excelencia	Alcanzado con excelencia	Alcanzado con excelencia	Alcanzado correctamente
Análisis de alternativas			Alcanzado con excelencia	
Sostenibilidad y compromiso social	Alcanzado con excelencia	Alcanzado con excelencia		Alcanzado con excelencia
Iniciativa y toma de decisiones			Alcanzado con excelencia	
Implicación en el trabajo			Alcanzado con excelencia	
Integración de conocimientos			Alcanzado con excelencia	
Identificación de leyes y regulaciones			Alcanzado correctamente	
Estructurar y organizar correctamente el trabajo				Alcanzado con excelencia
Escribir de forma clara y correcta		Alcanzado con excelencia		Alcanzado correctamente
Uso de recursos				Alcanzado con excelencia
Lenguaje verbal		Alcanzado correctamente		Alcanzado con excelencia
Lenguaje no verbal (LNV)		Alcanzado correctamente		Alcanzado con excelencia
Uso solvente de elementos de soporte		Alcanzado correctamente		Alcanzado con excelencia

Figura 4: Resultado de la Evaluación del TFG.



## Estado de mi proyecto

### Implementación del software de control de una espada laser

#### Inscripción TFG

La inscripción de tu proyecto se ha realizado correctamente.

#### Matrícula

La matriculación de tu proyecto se ha realizado correctamente.

#### Curso de Gestión de Proyectos (GEP)

La evaluación del informe de objetivos y el plan de trabajo se ha realizado correctamente.

[Ver rúbrica de GEP del director](#) (Evaluada el día 23/02/2015)

[Ver rúbrica de GEP del profesor de la asignatura](#) (Evaluada el día 22/12/2014)

[Informe de objetivos y plan de trabajo GEP](#) (2,7 Mbytes) - 03/04/2014 12:21

[Autoevaluación rúbrica GEP](#) (2,7 Mbytes) - 03/04/2014 12:21

[Presentación para el acto académico de GEP](#) (2,7 Mbytes) - 03/04/2014 12:21

#### Informe de seguimiento

Fecha límite para realizar el seguimiento: **29/05/2015**

Habla con tu director para hacer el seguimiento del proyecto con tiempo.

Se ha de realizar de acuerdo con la planificación prevista en el hito inicial. El estudiante debe generar un informe que presentará al director/ponente.

[Ver la plantilla de la evaluación](#)

[Presentar informe](#)

#### Presentación de la memoria

Terminado el TFG el estudiante debe entregar la memoria de modo que el tribunal pueda disponer de esta memoria con un mínimo de una semana de antelación respecto a la fecha acordada para la defensa. La memoria será validada por el director / ponente a través del Racó, tras lo cual pasará a ser automáticamente accesible para los miembros del tribunal.

#### Lectura

El alumno deberá defender su trabajo en sesión pública ante un tribunal de especialidad. El tribunal se nombrará y se hará público, como mínimo, quince días antes de la fecha prefijada para defender el TFG, y estará constituido por tres profesores senior de la FIB, que actuarán con el roles de presidente, secretario y vocal. Los tribunales serán específicos de especialidad. Estos tribunales actuarán 2 veces por semestre: la primera vez a medio semestre y la segunda hacia el final. Para no provocar retrasos en las presentaciones de otros estudiantes, **la defensa del proyecto, incluida la posible demostración, no debería durar más de 30 minutos**.

► **Curso 2014/2015 cuatrimestre de primavera. Turno de Junio**

Fechas de convocatoria del tribunal: 29/06/2015 - 03/07/2015

Fecha límite para realizar el seguimiento: **29/05/2015**

Figura 5: Pantalla del TFG del estudiante.

la aparente complejidad del sistema de evaluación del TFG), después de dos años de experiencia es prácticamente unánime la opinión de que los estudiantes están mejor formados que antes en gestión de proyectos y que hacen unas presentaciones excelentes. El sistema de evaluación, por otra parte, no ha resultado en absoluto complejo gracias a que la aplicación diseñada dirige el proceso en todo momento y avisa por correo electrónico con tiempo suficiente a profesores y estudiantes de los próximos pasos a seguir, ofreciendo el enlace a la página a la que se debe acceder y la información pertinente para continuar con el proceso.

Con respecto a los resultados cuantitativos, presentamos a continuación una comparación del tiempo que tardaban los estudiantes de los anteriores planes de estudio en terminar su TFG frente a lo que tardan los actuales, así como el número de estudiantes que no realizan el PFC/TFG pese a estar en disposición de hacerlo. Los datos presentados corresponden a:

- El plan de estudios de 1991, en el que se ofrecían las titulaciones de Ingeniería Informática (II), Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (ITIG) e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (ITIS),
- El plan de estudios de 2003, que consistió en una revisión del plan de 1991 para adaptar las 3 titulaciones al EEES y que nos ayudó a evitar errores en el diseño del plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática que diseñaríamos años más tarde, y
- El plan de estudios de Grado en Ingeniería Informática de 2009 que se ofrece actualmente en la FIB. Los planes de estudios del 1991 y 2003 se han ido extinguiendo poco a poco, pese a que algunos alumnos han esperado al último momento para presentar su PFC, como puede verse en los resultados de la figura 6.

La figura 6 muestra en el eje vertical de cada gráfica el número de estudiantes que representa cada barra, mientras que el eje horizontal indica el número de meses transcurridos desde la inscripción del proyecto hasta su lectura. La figura 6(a) presenta los resultados de la Ingeniería Informática del plan de 1991 y la 6(b) la Ingeniería Informática del 2003; la figura 6(c) presenta los resultados de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión del plan de 1991 y la 6(d) los del plan 2003; finalmente, la figura 6(e) presenta los resultados de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas del plan de 1991 y la 6(f) los del plan 2003.

Como puede observarse en las figuras 6(a) y 6(b), los PFC de la Ingeniería Informática del plan 91 duraban hasta 50 meses, mientras que algunos PFC del plan de 2003 llegaron a tardar 64 meses en leerse. Con respecto a las ingenierías técnicas, cuyos PFC deberían haber tardado menos en general por tratarse de carreras de 3 años y PFC de 18 créditos (equivalentes ECTS) frente a los 30 de los PFC de la Ingeniería

Informática, llegaron a tardar entre 72 y 90 meses en el caso de la Ingeniería Informática de Gestión y entre 66 y 78 en el caso de la Ingeniería Informática de Sistemas. Creemos que esto es debido a que estos estudiantes estaban más motivados para comenzar antes su vida laboral, y por ello se “olvidaban” de la realización de su TFG hasta que les resultaba imprescindible presentarlo, ya que no lo necesitaban para encontrar trabajo. Los estudiantes de Ingeniería Informática, pese a encontrar también trabajo mucho antes de acabar sus estudios, parecen más motivados por obtener su título, aunque como se ve en las gráficas tampoco tenían mucha prisa.

Pero más allá de la larga duración de algunos casos puntuales, es interesante ver que una gran parte de los proyectos se leían en un plazo de 12 meses en el caso de la Ingeniería Informática (con picos significativos en 5, 7 y 12 meses<sup>2</sup>), y que el plan de estudios del 2003 consiguió mejorar estos resultados notablemente (con picos en los mismos meses). No obstante, el tiempo previsto de lectura para estos proyectos era de 6 meses, y en ese plazo puede comprobarse que el porcentaje de proyectos leídos era pequeño. Además, en ambos casos existe un número importante de PFC que tardan más de 12 meses en leerse. En las ingenierías técnicas el resultado es similar (si no peor), con picos en los mismos meses.

La figura 7 muestra los resultados obtenidos en el Grado en Ingeniería Informática durante los últimos dos años. Puede observarse que ha desaparecido el pico del mes 12 y que prácticamente todos los estudiantes acaban en un máximo de un año. Sólo un 1 % de los estudiantes ha tardado más de 12 meses en acabar el TFG. Por otra parte, la figura también evidencia que menos de la mitad de los proyectos se acaban en los 6 meses previstos, pese a que el pico se halla en los 5 meses. Creemos que es debido a que la normativa UPC permite extender el plazo de lectura del TFG hasta casi 1 año pagando sólo las tasas después del sexto mes y eso hace que los estudiantes se relajen.

Tan importante como saber el tiempo que tardan los estudiantes en acabar su proyecto es saber cuántos de ellos no llegan a acabarlo. Las Figuras 8 y 9 muestran estos datos. La figura 8(a) muestra el número de estudiantes de cada semestre del plan 2003 que han acabado el PFC (barras verdes) y los que estaban en condiciones de hacerlo pero no lo presentaron (barras amarillas). La figura 8(b) muestra los mismos datos en porcentaje. Para cada semestre se representan 3 barras, una para cada titulación (Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas). Puede observarse que el porcentaje de estudiantes que en cada semestre está en condiciones de leer el proyecto y no lo hacía es considerablemente alto.

La figura 9 muestra los mismos datos que la figura 8 para el Grado en Ingeniería Informática. En este caso disponemos de información de 4 semestres completos. El curso 2013–2014 leyeron su TFG 24 de los 26 estudiantes que estaban en disposición de hacerlo. Durante los tres turnos del curso

<sup>2</sup>Los estudiantes debían inscribir el proyecto antes de matricularlo. La matrícula se realizaba a principio de semestre (febrero y julio), y la lectura al final (julio y febrero). Ese es el motivo de los picos de 5 meses (febrero-julio) y 7 meses (julio-febrero). El pico de 12 meses corresponde a estudiantes que no conseguían leer en el semestre de matriculación y lo hacían en el siguiente (tenían dos años de tiempo desde la inscripción).

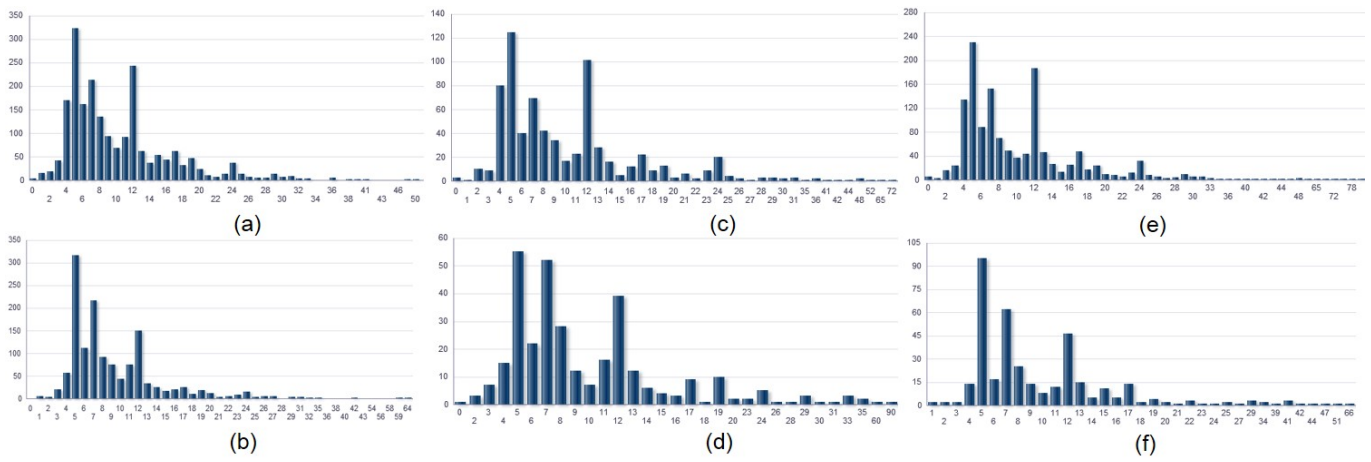


Figura 6: Número de meses que han requerido para terminar el PFC los estudiantes de (a) II91 (b) II2003 (c) ITIG91 (d) ITIG2003 (e) ITIS91 y (f) ITIS2003

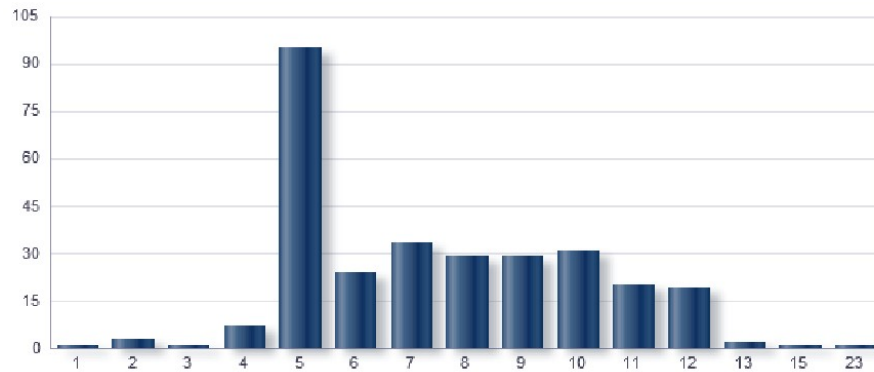
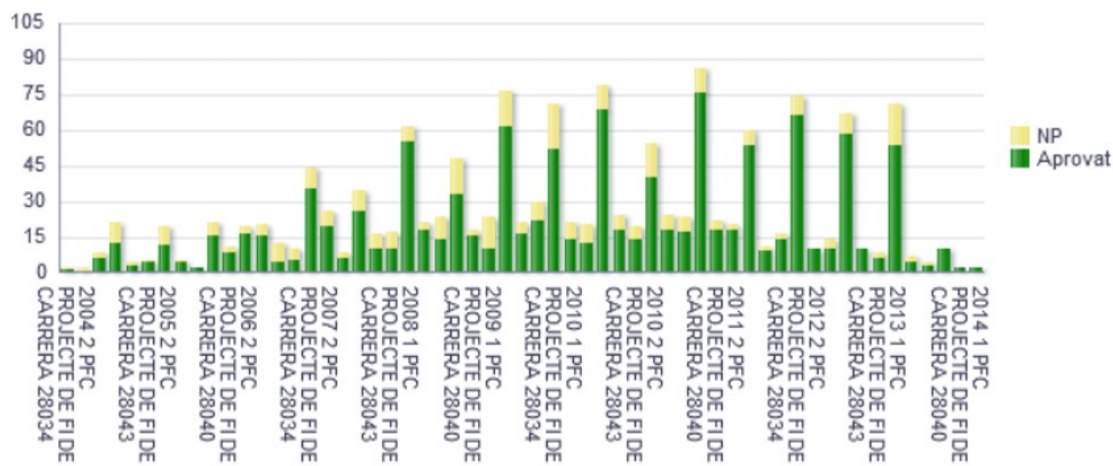
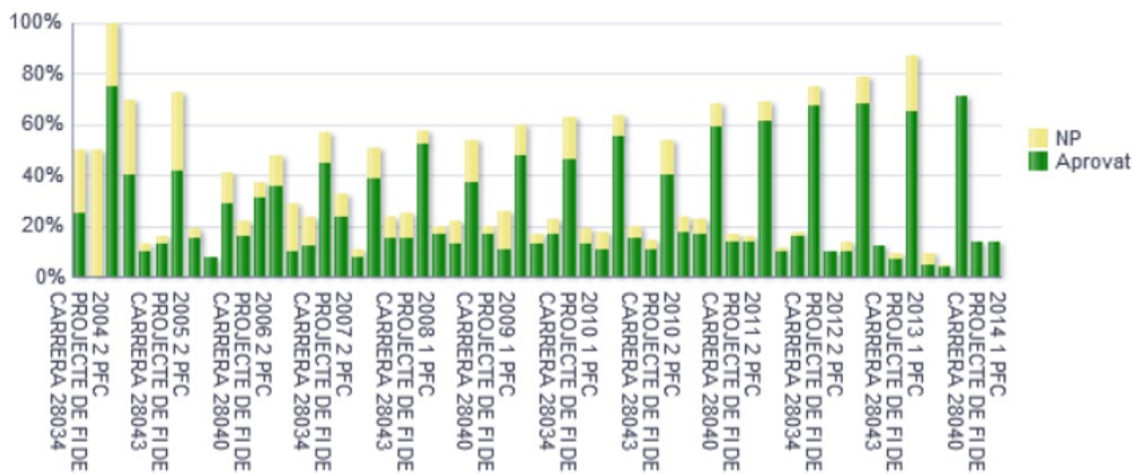


Figura 7: Número de meses para terminar el TFG en el Grado en Ingeniería Informática.



(a)



(b)

Figura 8: Número (a) y porcentaje (b) de estudiantes que presentan el PFC cada semestre (plan 2003).

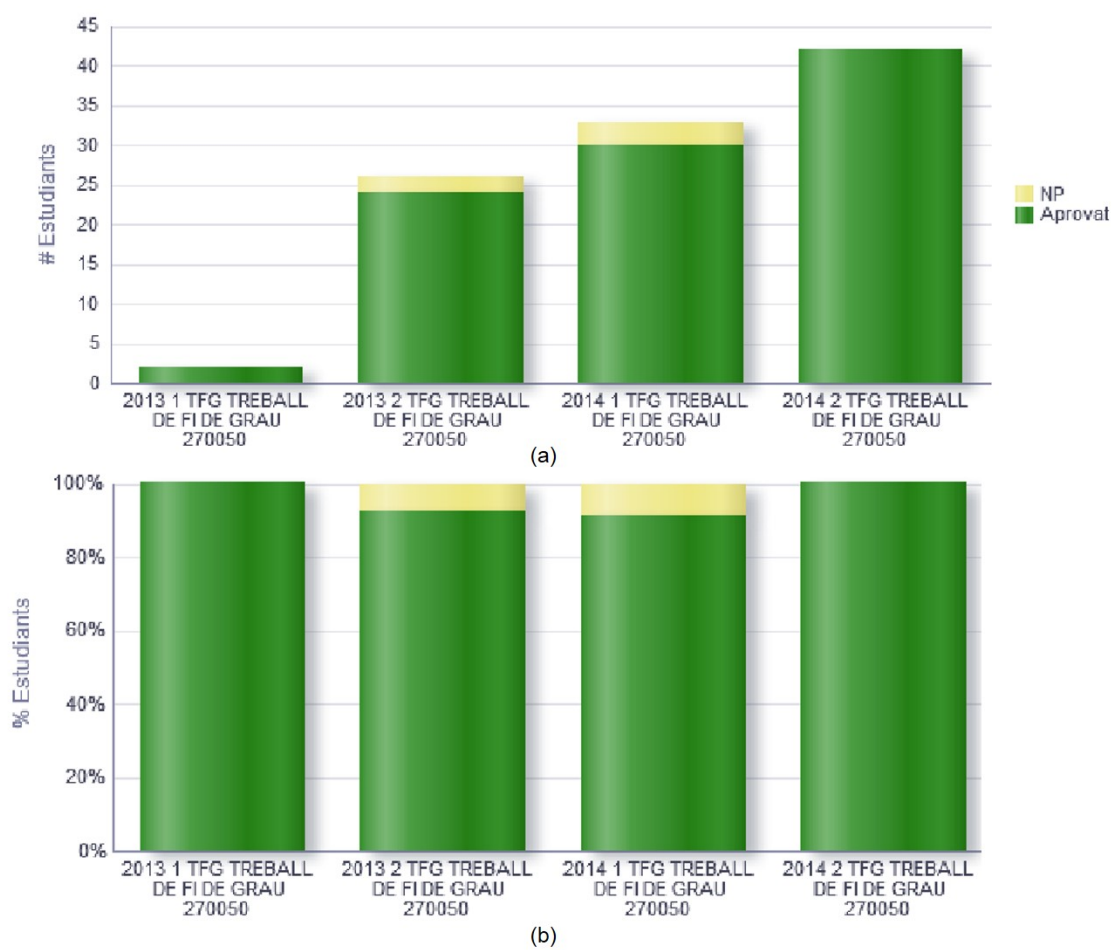


Figura 9: Número (a) y porcentaje (b) de estudiantes que presentan el TFG cada semestre (Grado).

2014–2015 han leído 72 de los 75 estudiantes que podían haberlo (incluyendo los 2 que no lo hicieron el curso anterior). Esto nos da un 93 % de estudiantes que podían presentar el TFG y lo han hecho durante el curso 2013–2014 y un 96 % durante el curso 2014–2015.

Estos números corresponden exclusivamente a estudiantes que comenzaron directamente en los estudios de Grado (a diferencia de los presentados en la figura 7, que incluyen también los estudiantes procedentes de convalidaciones de los anteriores planes de estudios: la Ingeniería Informática y las Ingenierías Técnicas en Informática del 91 y del 2003). Los estudiantes procedentes de convalidaciones no se incluyen en la figura 9 para evitar considerar estudiantes que se habían enquistado en el sistema. No obstante, si consideramos también los estudiantes provenientes de convalidaciones, en el curso 2013–2014 había 11 estudiantes que estaban en condiciones de matricular el TFG y no lo hicieron (por 161 que ya se han titulado), y de los 11 sólo 1 había comenzado directamente el grado. Los resultados con este colectivo son, por lo tanto, también buenos.

Se observa que el porcentaje de estudiantes que no hacen el TFG en el Grado es muy pequeño (3 % de los que empezaron directamente en el Grado y casi el 7 % si se consideran también los procedentes de convalidaciones de las ingenierías informáticas de los planes de estudios anteriores), lo que parece indicar que los objetivos planteados cuando se diseñó el modelo de seguimiento y evaluación del TFG se han cumplido.

Con respecto a la duración temporal del TFG, la figura 10 muestra una comparación de lo que tardaban los estudiantes de la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión y la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas frente al tiempo que tardan los actuales estudiantes de Grado. Comparamos a los estudiantes de Grado con estos colectivos porque el tiempo de dedicación a su PFC es similar al de un TFG. En el caso de los estudiantes de Ingeniería Informática, el PFC era equivalente a 30 ECTS, y por lo tanto no comparable.

La figura 10 muestra el porcentaje de estudiantes de Grado que leen el TFG (eje vertical) en función del tiempo transcurrido entre la matriculación y la lectura (eje horizontal). Como puede verse en la figura, el porcentaje de estudiantes que lee en los primeros 6–7 meses es aproximadamente del 50 %, tal como sucedía en las ingenierías técnicas. Sin embargo, tanto en la ITG como en la ITS se producía a partir de este momento una importante debacle que llevaba a los estudiantes a eternizarse en su PFC. Los que no lo leían en 6 meses era porque lo habían abandonado (muchas veces por motivos laborales) o trabajaban en él de forma esporádica. Un porcentaje de ellos, algo más de un 30 % del total, lo leían en un año más (18 meses en total) porque no se habían desvinculado del todo de la Facultad, pero el resto podían tardar hasta 5 o 6 años en leerlo, y muchos de ellos aún están pendientes de lectura. De hecho, hay 106 estudiantes de Ingeniería Informática que aún no han leído su PFC y 62 estudiantes de alguna ingeniería técnica que también están pendientes de hacerlo. De estos, sólo 34 han matriculado el PFC en el caso de la Ingeniería Informática y

24 en el caso de las ingenierías técnicas. No sabemos cuántos de los matriculados leerán. Los 112 no matriculados, sin embargo, sabemos a ciencia cierta que no leerán su proyecto este curso.

En el Grado, por el contrario, se observa como la gráfica mantiene su pendiente, lo que sugiere que los estudiantes no abandonan, simplemente a algunos de ellos el TFG les cuesta más que a otros por diversas razones; probablemente la principal de ellas sea compaginar su vida laboral con la realización del TFG. Aun así, el 97 % de los estudiantes de Grado ha conseguido leer en menos de un año (que, por cierto, es el tiempo que la UPC les concede para leer sin tener que matricular de nuevo el TFG y pagando los créditos a precio de repetidor. Esto no es, obviamente, una casualidad). Los datos sugieren, por lo tanto, que la metodología empleada no sólo ha conseguido que prácticamente todos los estudiantes hagan su TFG, sino que además lo hagan en un tiempo razonable.

No obstante, aún es pronto para sacar conclusiones definitivas, ya que los estudiantes que han acabado estos primeros cuatro semestres son los que han sido capaces de acabar el Grado en 4 o 5 años, y por lo tanto son sin duda los estudiantes más brillantes. Al menos, sabemos que para esos estudiantes el sistema diseñado funciona. De no haber sido así, claramente nos habríamos equivocado.

## 5. Conclusiones

La implantación del EEES ha supuesto cambiar el modelo de enseñanza-aprendizaje para implantar un sistema basado en competencias. Las competencias deben trabajarse y evaluarse en todas las asignaturas, y en particular en el TFG.

En este trabajo hemos presentado un modelo de seguimiento y evaluación del TFG basado en competencias que trata de solucionar los problemas detectados en los PFC de los planes de estudios previos al EEES: la falta de formación de los estudiantes en temas de gestión de proyectos, la falta de trazabilidad de la nota, la falta de seguimiento del trabajo realizado, la influencia del tribunal en la nota y, finalmente, la cantidad de PFC que duraban mucho más tiempo del esperado o que simplemente no llegan a presentarse.

Para solventar estos problemas se ha diseñado un modelo de seguimiento y evaluación basado en 3 hitos y una aplicación para facilitar a profesores, estudiantes y personal de administración la gestión del modelo. Los resultados obtenidos, pese a ser todavía preliminares, parecen apuntar que los objetivos han sido plenamente alcanzados.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la gran labor del In-Lab de la FIB, responsable del diseño de la aplicación descrita en este trabajo. Queremos agradecer a Albert Obiols la ayuda prestada para recopilar los datos aquí presentados. En el diseño de la metodología de evaluación han participado también

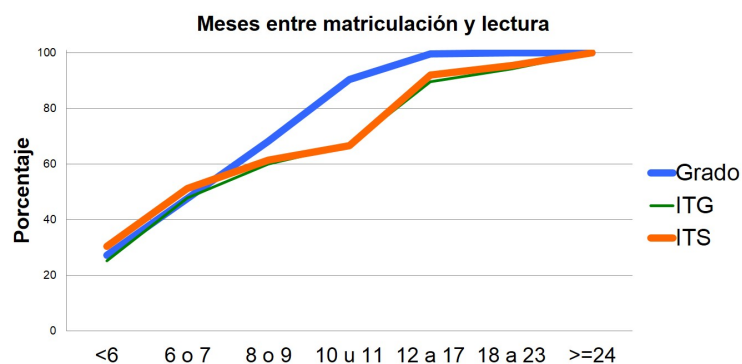


Figura 10: Tiempo invertido en hacer el TFG por los estudiantes del Grado en Ingeniería Informática frente al tiempo invertido en el PFC por los estudiantes de Ingeniería Técnica en informática de Gestión (ITG) e Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (ITS).

los profesores de la FIB Joan Climent, Julita Corbalán, Pau Fonseca, Jordi Garcia, Josep Ramon Herrero, Xavier Llinàs, Horacio Rodriguez y Maria-Ribera Sancho. A todos ellos, nuestra más sincera gratitud. Finalmente, queremos agradecer a los miembros de AENUI presentes en las XXI Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria en Informática que otorgan a este trabajo el premio al mejor artículo presentado en JENUI 2015.

## Referencias

- [1] Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. *Guia per a l'avaluació de competències als treballs de final de grau i de màster a les Enginyeries*. 2009. Disponible en [http://www.aqu.cat/doc/doc\\_21214293\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_21214293_1.pdf)
- [2] Fermín Sánchez, Joan Climent, Julita Corbalán, Pau Fonseca, Jordi García, Josep-Ramon Herrero, Xavier Llinàs, Horacio Rodriguez y Maria-Ribera Sancho. *Evaluación del trabajo Final de Grado*. En Actas de las XIX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2013, pp. 303-310. Castelló de la Plana, julio de 2013.
- [3] Fermín Sánchez, Juan Climent, Julita Corbalán, Pau Fonseca, Jordi García, José R. Herrero, Xavier Llinàs, Horacio Rodriguez, Maria-Ribera Sancho, Marc Aliet, Jose Cabré y David López. *Evaluation and assessment of professional skills in the Final Year Project*. En Actas del IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Madrid, España, octubre de 2014.



*Dr. Fermín Sánchez Carracedo* (Barcelona, 1962) es Técnico Especialista en Electrónica Industrial por la E.A. SEAT (Barcelona, España, 1981), Licenciado en Informática desde 1987 y Doctor en Informática desde 1996, los dos últimos títulos obtenidos en la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC Barcelona-Tech, Barcelona, España). Sus campos

de estudio son la arquitectura de computadores, la innovación docente y la educación para la sostenibilidad.

Desde 1987 trabaja como profesor en el Departament d'Arquitectura de Computadors de la UPC, donde es profesor Titular de Universidad desde 1997. Ha sido consultor de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) desde 1997 hasta 2010 y Vicedecano de innovación de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) desde mayo de 2007 hasta junio de 2013. Desde julio de 2013 ocupa el cargo de Adjunto de Innovación en la FIB. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros y capítulos de libro. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas multihebra para procesadores VLIW, la sostenibilidad en las Tecnologías de la Información y la innovación en la educación universitaria.

El Dr. Sánchez es miembro de AENUI, ha sido miembro del Comité Directivo de JENUI desde septiembre de 2006 hasta julio de 2015 y fue su presidente las ediciones 2011 a 2013, ha sido miembro del Comité de Organización y Programa de diversas conferencias y otros eventos nacionales e internacionales, es miembro de la ONG TxT (Tecnologia per Tothom) desde 2004 y ocupa la vicepresidencia desde 2013, es director del MAC (Museo de Arquitectura de Computadores) desde Febrero de 2006 y miembro de la junta directiva del Cercle Fiber-FIB Alumni desde Noviembre de 2002.



*Jaume Moral* es ingeniero informático por la FIB. Lleva desde el año 97 trabajando en temas de aplicaciones web utilizando diversas tecnologías, especialmente las basadas en Java y Oracle. Le interesa todo lo relacionado con la seguridad en las aplicaciones web, métodos de autenticación de usuarios e integración de sistemas. Actualmente se

ocupa del desarrollo de la intranet de la FIB (el Racó) y asesora a otros proyectos web dentro del inLab.



*David López* (Barcelona, 1967) es profesor titular de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Licenciado y doctor en informática (UPC 1991 y 1998 respectivamente), imparte clases desde 1991.

Aunque su tesis versó sobre compilación y arquitecturas para códigos numéricos, en 2004 dio un giro radical a su in-

vestigación dedicándose a la educación, la ética y la sostenibilidad en la informática, habiendo publicado más de 80 artículos científicos y divulgativos en esta nueva etapa. Ha impartido más de un centenar de talleres y conferencias en el tema de competencias transversales, especialmente en temas de sostenibilidad y comunicación. Es responsable de la competencia Comunicación en la Facultat d'Informàtica de Barcelona. En la actualidad, es presidente de la ONG Tecnología para Todos (TxT) y director del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC.

El Dr. López es miembro de las asociaciones AENUI, SEFI y ASEE.



2015 F. Sánchez, J. Moral, D. López Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales y no se haga un uso comercial.