



## El método socrático como guía del Trabajo de Fin de Grado

Fermín Sánchez, Jordi Garcia, David López, Marc Alier, Jose Cabré, Helena García y Eva Vidal

Universitat Politècnica de Catalunya – UPC Barcelona Tech  
c/Jordi Girona 1 i 3, Campus Nord UPC, Mòdul B6, 08034 Barcelona  
Barcelona

fermin@ac.upc.edu, jordig@ac.upc.edu, david@ac.upc.edu, ludo@essi.upc.edu,  
jose.cabre@upc.edu, helena.garcia@est.fib.upc.edu, eva.vidal@upc.edu

### Resumen

En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior se espera que, durante sus estudios de Grado, un estudiante adquiera las competencias técnicas/específicas relacionadas con la carrera que estudia y, además, trabaje un conjunto de competencias transversales/genéricas. La mayoría de estas competencias serán evaluadas en el Trabajo de Fin de Grado (TFG).

Todos los TFG son diferentes y es difícil, por no decir imposible, establecer un modelo único de proyecto que sirva para todos. Además, se corre el riesgo de que si se establece un modelo único el alumno tienda a seguirlo de manera estricta, sin plantearse que debe considerarlo sólo como una guía y que tal vez su TFG debería tener un planteamiento distinto.

En este trabajo se propone una posible solución para este problema. En lugar de definir un modelo único de TFG, se propone seguir el método socrático, estableciendo un conjunto de preguntas que inviten al estudiante a reflexionar sobre la forma de afrontar su proyecto. Reflexionar sobre estas preguntas debe fomentar la iniciativa del estudiante y ayudarlo a tomar decisiones importantes, de forma crítica y meditada, sobre la propia organización del TFG y la forma de abordarlo e implementarlo.

Con esta táctica se aumenta la capacidad crítica del estudiante y se consigue que los TFG se adapten mejor a las necesidades del proyecto concreto, huyendo de estándares preestablecidos.

**Palabras clave:** Trabajo de Fin de Grado, organización TFG, evaluación de competencias, preguntas TFG, hitos de evaluación, método socrático.

**Recibido:** 28 de febrero de 2014; **Aceptado:** 29 de septiembre de 2014.

### 1. Motivación

En el curso 2012–2013 comenzaron a presentarse los primeros Trabajos de Fin de Grado (TFG) en las titulaciones de Ingeniería. En el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) los TFG deben evaluarse en términos de competencias. Este sistema de evaluación es diferente a cómo se han evaluado hasta ahora los Proyectos de Fin de Carrera (PFC) en las ingenierías.

En los PFC, la evaluación se suele realizar por parte de un tribunal a partir de un informe escrito (la memoria) y de una presentación pública del proyecto. Tanto el proyecto, como la memoria y la presentación suelen ser supervisados tradicionalmente por el director del proyecto. El tribunal que evalúa los PFC está formado por varios profesores, entre los cuales puede estar incluido o no el director, depende de la de-

terminación de cada universidad/centro. Dicho tribunal no se centra en evaluar las competencias, sino que generalmente evalúa la calidad del proyecto, del informe escrito y de la presentación oral. Normalmente, estos tres aspectos son valorados de forma conjunta y dan lugar a una nota única, que es la nota final del PFC.

En este entorno de evaluación de los PFC la mayoría de los centros no ofrece a sus estudiantes documentación detallada sobre lo que se espera del informe escrito de un proyecto, de su presentación o del propio contenido técnico. Como mucho, una pequeña lista de los apartados que debe tener el informe, el tamaño del mismo o el tiempo disponible para la presentación oral. Los detalles quedan generalmente supeditados a la experiencia y dedicación del director del proyecto, que tiene la misión de formar a sus proyectistas en sus carencias a la hora de realizar el PFC. Este hecho conduce a que, en la mayoría

de casos, la nota del proyecto no dependa sólo de la calidad del trabajo en sí, sino también de la composición del tribunal que lo evalúa y de la experiencia del director. Distintos tribunales podrían poner notas diferentes al mismo proyecto, ya que los criterios de evaluación no están explícitamente definidos, y la experiencia del director puede ser también un factor que incida sensiblemente en la nota. Con unos criterios mejor definidos, la nota que pusieran diferentes tribunales debería ser similar y el proyecto sería también más independiente de la experiencia del director. Aunque diferentes tribunales pudieran valorar de forma diferente algunos aspectos, en general la nota no debería variar mucho.

Para solventar estos problemas en los futuros TFG, el Ministerio de Ciencia e Innovación y la Agencia para la calidad del sistema universitario de Cataluña financiaron un proyecto de innovación docente para adaptar los trabajos finales de Grado y Máster en las Ingenierías al EEES. Fruto de este proyecto se redactó una guía [1] que proponía que la evaluación del TFG se realizara en tres hitos en el tiempo, con cinco actos de evaluación basados en rúbricas. Los resultados de dicho proyecto se discuten en la Sección 2 de este artículo. Los indicadores y las rúbricas utilizadas no solamente ayudan a la evaluación del TFG, sino que también proporcionan al estudiante información de qué se va a valorar en cada hito y de cómo se va a valorar.

Sin embargo, un sistema como el descrito tiene el riesgo de que el estudiante intente conseguir todos y cada uno de los indicadores y trate de aplicar todo lo que indican las rúbricas, sin plantearse que son sólo una guía y que, dependiendo de la naturaleza de cada TFG, hay cosas que aplican y cosas que no o que habrá indicadores que tendrán más importancia que otros.

Este trabajo presenta una propuesta para guiar al estudiante en la realización de su TFG siguiendo el método socrático. Una versión resumida de este trabajo ha sido previamente presentada en las XVIII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUÍ 2012 [2]. En nuestra propuesta, la información que se da al alumno como guía para realizar su TFG está formada por un conjunto de preguntas que el estudiante debe plantearse y responder durante la realización del proyecto. Estas preguntas han de conducirlo a un proceso de reflexión sobre la organización del TFG, sobre la forma de abordarlo e implementarlo y a ser crítico con las decisiones que deba tomar.

## 2. La evaluación de los Trabajos de Fin de Grado según la guía de evaluación de competencias

Para definir la forma en que deben ser evaluados los TFG el Ministerio de Ciencia e Innovación financió entre 2008 y 2009 un proyecto de innovación docente dentro del marco de

un conjunto de proyectos destinados a facilitar a las universidades españolas la adaptación al EEES. El proyecto se denominó *Guía para la evaluación de competencias en los Trabajos de Fin de Grado y de Máster en las Ingenierías*. Este proyecto fue realizado por un grupo numeroso (más de veinte personas) de representantes de seis universidades catalanas, de las disciplinas de Ingeniería Informática, Ingeniería de Telecomunicaciones e Ingeniería Química. Un proyecto similar, realizado por el mismo equipo de personas, fue también subvencionado por la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Catalunya<sup>1</sup>. Los resúmenes del trabajo realizado se presentaron en las JENUÍ [4] y en el congreso *Frontiers in Education (FIE)* en 2009 [5]. La Guía no define un conjunto de instrucciones que los centros deban seguir para evaluar sus Trabajos de Fin de Grado y Máster, sino más bien un conjunto de recomendaciones orientadas a que cada centro diseñe su propia guía de evaluación de Trabajos de Fin de Grado y Máster.

La Guía recomienda que los TFG sean evaluados en tres hitos y mediante cinco acciones de evaluación o un subconjunto de ellos. Para evaluar cada una de las acciones sugiere distintos agentes y deja a criterio del centro su elección.

- El Hito Inicial tiene lugar durante el primer mes de realización del TFG y consta de dos acciones de evaluación: un informe escrito y una presentación pública. El objetivo es evaluar el planteamiento del proyecto y hacer las correcciones pertinentes antes de que el estudiante empiece a trabajar a fondo en él.
- El Hito de Seguimiento se produce hacia la mitad del proyecto y tiene una única acción de evaluación que se realiza a partir de un informe escrito del estudiante. El objetivo es valorar el estado del trabajo y reorientarlo en caso de que sea necesario.
- El Hito Final se produce al final del TFG y es similar a la evaluación que se realiza tradicionalmente con los actuales Proyectos de Fin de Carrera. La Guía propone dos acciones de evaluación: el informe del proyecto y la presentación pública del TFG. El objetivo es realizar la evaluación del trabajo una vez ha finalizado.

Cada una de las acciones de evaluación es valorada a partir de una rúbrica, formada por un conjunto de indicadores y la definición precisa de la forma de evaluarlos. Nuevamente, queda a criterio del centro decidir cuáles son los indicadores y los criterios de valoración de los mismos en cada acción de evaluación. La Guía está orientada a la evaluación de competencias genéricas (deja a elección de cada centro la forma de evaluar las competencias específicas) y usa como punto de partida las treinta competencias genéricas definidas por el proyecto Tuning<sup>2</sup>.

Como primer paso, cada centro debe escoger qué competencias Tuning desea evaluar en sus TFG. La Guía proporciona, para cada competencia, una propuesta de indicadores

<sup>1</sup>[http://www.aqu.cat/doc/doc\\_21214293\\_1.pdf](http://www.aqu.cat/doc/doc_21214293_1.pdf)

<sup>2</sup><http://www.unideusto.org/tuning/>

a considerar en cada uno de los hitos/acciones de evaluación. Para algunos de ellos realiza también una propuesta de rúbrica. El centro debe usar estos indicadores como embrión para establecer los indicadores definitivos de sus informes de evaluación, ya que probablemente los indicadores de la Guía no se adaptarán de forma perfecta a la evaluación de competencias que desea realizar el centro.

Una vez definidos los indicadores a evaluar en cada hito/acción de evaluación, es preciso detallar la forma en que se calcula la nota final del TFG. La Guía pone algunos ejemplos de cómo realizar este proceso y deja nuevamente a criterio del centro la forma final de hacerlo.

Para facilitar el trabajo de los centros, el equipo que diseñó la Guía diseñó también una aplicación<sup>3</sup> en la que cada centro puede seleccionar de forma sencilla las competencias genéricas Tuning que desea evaluar y los hitos y acciones de evaluación que quiere incorporar en la evaluación de sus TFG. A partir de esta información, la aplicación genera de forma bastante automática los informes de evaluación de cada hito (con los indicadores y las rúbricas) para que los distintos agentes de evaluación puedan valorar el TFG en cada uno de los hitos/acciones de evaluación.

Para el resto del artículo, asumiremos que la evaluación del TFG se realiza en tres hitos (inicial, seguimiento y final) mediante las cinco acciones de evaluación descritas en la *Guía de evaluación de competencias en los Trabajos de Fin de Grado y Master de las ingenierías*. Así es como se ha hecho en nuestro centro, la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). Toda la información sobre los procesos de evaluación del TFG puede encontrarse en la web de la FIB<sup>4</sup> y también fue presentada en JENUI 2013 [3].

### 3. El método socrático como guía de los estudiantes para la realización del TFG

Los indicadores y las rúbricas no sólo permiten a los agentes de evaluación valorar de forma objetiva y trazable el TFG, sino que también proporcionan al estudiante información de qué se va a evaluar en cada hito y cómo se va a valorar. Pero, ¿es eso suficiente?

#### 3.1. La necesidad de reflexionar: El método socrático

En nuestra experiencia previa con los Proyectos de Fin de Carrera, hemos detectado que los estudiantes no tienen muchos problemas para realizar el proyecto (poseen las competencias técnicas necesarias para realizarlo) pero sin embargo encuentran problemas para definirlo, planificarlo y organizarlo cuando han de hacer el informe final o su presentación pública. Muchos de ellos acuden a la biblioteca a revisar las

memorias de proyectos similares (o no) al suyo para buscar inspiración a la hora de organizar y redactar el informe de su proyecto o piden consejo a su director.

Pese a que parece razonable que con los estudios de Grado ese tipo de problemas debería disminuir (precisamente por la orientación del Grado al desarrollo de competencias), la mayoría de los estudiantes aún requiere la ayuda del director, como ocurría en el caso del PFC, no sólo para organizar el informe final y la presentación oral del TFG, sino también para realizar el propio proyecto. De hecho, el tener tres hitos de evaluación (en nuestro caso) en lugar de uno solo al final del proyecto les ayuda a hacer de forma más meditada su TFG, pero también aumenta su estrés porque son evaluados de forma más continua y quieren estar seguros de que usan el procedimiento adecuado para hacer el trabajo que se espera de ellos en cada hito de evaluación.

El hecho de que los indicadores vayan acompañados por rúbricas definidas de forma precisa es de gran ayuda para los estudiantes, pero consideramos que no es suficiente. Los indicadores en sí mismos son poco precisos por la propia definición de indicador, que implica sintetizar en unas pocas palabras lo que se quiere medir. Las rúbricas, por el contrario, contienen mucha información a menudo difícil de procesar por el estudiante, que se pierde en los criterios de valoración en lugar de centrarse en los elementos importantes de cada indicador.

Por ello, nos planteamos ofrecer al estudiante otro tipo de guía, más sencilla que las rúbricas. El problema de una guía sencilla es que se corre el riesgo de caer en una serie de recetas que los estudiantes siguen sin pensar demasiado en lo que hacen. Además, no es fácil establecer una guía que sirva para todo tipo de proyectos. Trataremos de mostrar este último aspecto con un ejemplo.

Un Grado en Ingeniería Informática puede abarcar diferentes especialidades, tal como se define en el BOE: Computación, Ingeniería de Computadores, Ingeniería del Software, Sistemas de Información y Tecnologías de la Información. Cada especialidad tiene sus propias competencias técnicas y podría requerir un tipo distinto de TFG, aunque muchos elementos son comunes a todas ellas. Es más, incluso dentro de una misma especialidad podría haber proyectos con orientaciones diferentes. Debido a ello, los indicadores que se han elaborado para los informes de evaluación son suficientemente genéricos para que se ajusten a cualquier tipo de proyecto de cualquier especialidad. Por ejemplo, en el Hito Inicial se define como indicador «Existe una planificación del trabajo a realizar». Esta planificación puede realizarse de muy diversas formas y con diferentes niveles de detalle. Proyectos orientados a crear una aplicación en un entorno “conocido” (por ejemplo, la gestión de una empresa de compraventa de artículos) pueden planificarse de forma bastante precisa, mientras que otros proyectos requerirán de una planificación más “abierto” y que posiblemente requiera ser reformulada

<sup>3</sup><http://tfe.uab.cat/cat/>

<sup>4</sup><http://www.fib.upc.edu/es/estudiar-enginyeria-informatica/treball-final-grau.html>

a medida que el proyecto avance (por ejemplo, gestión de la ONG Médicos sin Fronteras). Hemos puesto deliberadamente dos proyectos pertenecientes a la misma especialidad, en este caso Ingeniería del Software, para que se vea claramente que incluso dentro de la misma especialidad y el mismo tipo de proyecto —la gestión de una organización— la casuística puede ser elevada. En este caso, no son los mismos objetivos los de una empresa de compraventa de artículos que los de una ONG y probablemente el alumno estará mucho más familiarizado con las necesidades de la primera que con las de la segunda.

Precisamente, el carácter generalista de los indicadores es el que ha motivado que hayamos previsto la necesidad de proporcionar una guía adicional que ayude al estudiante a centrarse en lo que debe hacer.

Nuestro primer planteamiento fue establecer un glosario de buenas prácticas, del tipo: «qué volumen y tipo de trabajo debe haberse realizado en el TFG en cada hito». No obstante, encontramos en esa orientación dos problemas fundamentales. El primero, que guía demasiado, y nosotros pensamos que el estudiante debe demostrar en su TFG la capacidad crítica que se supone que ha adquirido durante los estudios de Grado. El segundo problema es que contradice el espíritu generalista de los indicadores. Si especificamos más y mejor qué hay que hacer, corremos el riesgo de que haya proyectos que no se ajusten bien al modelo que estamos definiendo. Por eso, decidimos que la orientación más apropiada era proporcionar pistas al estudiante sobre qué hacer en cada uno de los hitos siguiendo el método socrático.

Sócrates popularizó esta forma de reflexionar en la Grecia clásica, según nos cuenta su discípulo Platón. El método socrático consiste en formular un conjunto de preguntas alrededor de un tema central para favorecer la reflexión y organizar un debate en torno a las respuestas, generando y respondiendo nuevas preguntas. Nuestra propuesta consiste en aplicar la primera parte del método socrático como guía para que los estudiantes realicen su TFG. Así, la idea es proponer una serie de preguntas en cada hito sobre las que los estudiantes deben reflexionar a la hora de realizar la parte correspondiente de su TFG.

Dado que en el momento de la realización del TFG los estudiantes deberían haber desarrollado de forma suficiente su capacidad crítica y su capacidad de aprendizaje autónomo, un sistema de guía basado en preguntas les ayuda a plantearse cada aspecto relevante del proyecto sin encorsetarlos excesivamente con un guión preestablecido.

Como cada hito de evaluación tiene un conjunto de indicadores, les planteamos un conjunto de preguntas que les ofrecen pistas sobre la dirección en la que deben realizar sus reflexiones, lo que deben plantearse y hacer para superar con éxito cada una de las acciones de evaluación del hito. Así, para cada hito hemos definido un conjunto de preguntas sobre las que el estudiante debe reflexionar durante las acciones de evaluación correspondientes. Estas preguntas han sido propuestas tras analizar qué debía haber pensado o realizado el estudiante como parte de su TFG en este punto del proceso. Muchas de

las preguntas tienen una correspondencia directa con algunos de los indicadores a evaluar, pero otras sirven para guiar al estudiante a pensar en la orientación y consecuencias de su proyecto. De hecho, algunas de las preguntas se refieren al TFG como acto académico y otras al resultado del trabajo realizado por el estudiante, que puede ser un proyecto profesional que podría ponerse en producción.

A continuación mostramos el proceso de formulación de esas preguntas y las preguntas que el estudiante debe plantearse en cada hito.

### 3.2. Preguntas para el Hito Inicial

El hito inicial se realiza dentro del primer mes de trabajo, cuando el estudiante apenas ha comenzado a elaborar su TFG. El objetivo de este hito es detectar lo antes posible si el planteamiento del proyecto es inadecuado, incompleto o mejorable, y ayudar al estudiante a corregirlo. Básicamente, en este hito se evalúa si la definición del problema es adecuada, si existe una valoración previa de los riesgos y limitaciones del proyecto y si se han realizado una planificación (inicial) temporal y un análisis económico a partir de esta planificación.

Para el hito inicial, pensamos que el estudiante debe reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son los objetivos del TFG? ¿Están clara y suficientemente especificados? ¿Cuál es el problema que hay que resolver? ¿Está acotado el alcance del TFG? ¿El proyecto tiene la entidad suficiente para ser un TFG y se justifica que debe ser realizado por un ingeniero técnico? (la titulación de Grado en Informática habilita para la profesión de Ingeniero Técnico en Informática). ¿Está el problema ya resuelto y hay que utilizar/adaptar una solución existente o hay que diseñar una nueva solución? ¿A quién va dirigido el producto? ¿Quién lo usará? ¿Quién se beneficiará del resultado del trabajo?
- ¿Existe una planificación temporal inicial del TFG? ¿Existe un análisis inicial de los costes (esfuerzos y recursos) de realización del TFG? ¿Existe una estimación de las limitaciones y riesgos del proyecto?
- ¿Se describe la metodología de trabajo que se va a seguir? ¿Qué herramientas se van a usar para el seguimiento del TFG? ¿Se describe el método de validación de los resultados obtenidos?
- ¿Se analiza el impacto social, ambiental y económico que podría tener el proyecto en el entorno en que se enmarca? Por ejemplo: ¿El proyecto permitirá mejorar, directa o indirectamente, la calidad de vida de las personas? ¿El proyecto permitirá reducir la huella ecológica? ¿El proyecto será económicamente viable? ¿Se propone la inclusión de mecanismos para cuantificar los efectos en términos de sostenibilidad?

- La documentación, ¿está escrita con claridad y dirigida a una audiencia sin conocimiento previo del proyecto? ¿La redacción es correcta ortográfica, sintáctica y semánticamente y utiliza expresiones precisas? ¿Se definen los conceptos nuevos cuando corresponde?
- En la presentación, ¿usa el estudiante un lenguaje técnico adecuado? ¿Utiliza una entonación correcta, sin muletillas y con un tono de voz audible para el público? ¿Se explican claramente los aspectos fundamentales del proyecto? En las preguntas del evaluador, ¿se liga la respuesta con otros elementos del trabajo? (en este punto las preguntas tratan de orientar al estudiante en su comportamiento frente al debate socrático que probablemente mantendrá con los evaluadores).
- En la presentación, ¿se expresa el estudiante con naturalidad? ¿El estudiante controla e influye en el público con mensajes no verbales, como por ejemplo la expresividad de las manos o el uso de la mirada? ¿Gestiona bien los tiempos? ¿Gestiona y utiliza el silencio? ¿Consigue que la audiencia le escuche cuando el mensaje fundamental es oral, y que lea la transparencia cuando el mensaje fundamental está en ella? (las preguntas orientan ahora al estudiante sobre cómo relacionarse con su audiencia)
- En la presentación, ¿Se han seleccionado adecuadamente las partes a exponer? ¿Los elementos de soporte (habitualmente transparencias) tienen todos los elementos básicos (numeración, título, última transparencia, etc.)? El uso de tablas, gráficas, imágenes, colores, cantidad de información, tamaño de la letra, etc., ¿consigue una presentación amena? ¿La elección de los puntos se adecua al trabajo y permite que la presentación fluya con naturalidad?

Las preguntas han sido agrupadas en ocho puntos que corresponden a otros tantos indicadores:

- formulación del problema a resolver,
- planificación inicial del trabajo a realizar,
- descripción de la metodología que va a usarse,
- análisis inicial del posible impacto del proyecto en términos sociales, ambientales y económicos (análisis de sostenibilidad),
- escritura clara y correcta,
- comunicación oral: lenguaje verbal,
- comunicación oral: lenguaje no verbal,
- comunicación oral: uso solvente de elementos de soporte.

Cada conjunto de preguntas está reflejado en un indicador (es la aproximación que hemos usado nosotros), pero también sería posible distribuir los indicadores de una forma diferente.

Por ejemplo, para el indicador «planificación inicial del trabajo a realizar», la definición del indicador es clara y sencilla (pero no completa, porque se ha primado la sencillez en los indicadores frente a la completitud para que sean más fácilmente comprensibles), aunque la rúbrica define con precisión lo que se espera que el estudiante haga para obtener una calificación de «superado con el nivel deseado» o «superado con excelencia». Pero, en realidad, el estudiante debe justificar la planificación temporal realizada y el análisis de costes y riesgos. Y eso es, precisamente, lo que remarcan las preguntas relacionadas con este indicador. Las preguntas, por lo tanto, ayudan al estudiante a enfocar el trabajo. Y también nos han ayudado a nosotros a hacer las rúbricas y a definir con precisión los indicadores.

### 3.3. Preguntas para el Hito de Seguimiento

El Hito de Seguimiento se realiza cuando el estudiante ha hecho, aproximadamente, la mitad de su proyecto. El objetivo de este hito es valorar en qué medida el estudiante está siguiendo la planificación definida y, si se han producido cambios, si éstos están justificados. Se valora también la iniciativa del estudiante y su capacidad de tomar las decisiones necesarias para llevar adelante el TFG.

Para el Hito de Seguimiento, el estudiante debe reflexionar sobre las siguientes preguntas:

- ¿Se define de forma adecuada el contexto en el que se enmarca el TFG? ¿Se describe la forma como se gestiona actualmente el problema? ¿Se analiza la existencia de productos similares o relacionados en el mercado? ¿Se justifican las tecnologías que se van a utilizar?
- ¿Se han producido cambios respecto a la planificación inicial? Si es así, ¿están justificados estos cambios y se presenta una planificación definitiva? ¿Cómo afectan estos cambios a los objetivos o al desarrollo del proyecto? ¿En qué punto de la planificación se encuentra el proyecto?
- ¿Se ha producido algún cambio en la metodología propuesta? Si es así, ¿se justifica la nueva metodología?
- ¿Se analizan diferentes alternativas para resolver el problema? ¿Se justifica la opción adoptada?
- ¿Ha sido el estudiante proactivo en las decisiones tomadas? ¿Se han sabido justificar? ¿Ha tenido iniciativa a la hora de realizar el trabajo? ¿Ha sabido enfrentarse/solucionar obstáculos?
- ¿Ha tenido el estudiante un comportamiento profesional y ético durante la realización del trabajo?
- ¿Se integran en el TFG conocimientos de diversas disciplinas? ¿Se proponen soluciones creativas?

- ¿Los aspectos relevantes del proyecto están regulados por alguna ley o normativa? Si es así, ¿el proyecto cumple esta ley o normativa?

Al igual que para el hito inicial, las preguntas se han agrupado de forma que sean coherentes con un conjunto de otros ocho indicadores:

- contextualización del proyecto,
- seguimiento de la planificación,
- justificación de los cambios y descripción de la nueva metodología,
- justificación de la opción seleccionada,
- capacidad del estudiante para tomar iniciativas y decisiones,
- capacidad del estudiante de implicarse en el trabajo con actitud profesional,
- integración de conocimientos y generación de soluciones creativas,
- identificación de las regulaciones (leyes normas, etc.) susceptibles de ser aplicadas en el proyecto.

Como puede verse por el contenido de las preguntas, algunas están orientadas a realizar una revisión de aspectos ya valorados en el Hito Inicial, como por ejemplo comprobar el grado de seguimiento de la planificación inicial y, en caso de que existan variaciones significativas, si éstas están justificadas y se ha establecido una nueva planificación. También se espera que el estudiante haya trabajado algunos aspectos que en el Hito Inicial sólo se mencionaron, como el análisis de posibles alternativas y la justificación de la solución escogida. Finalmente, se valoran aspectos como la iniciativa o la profesionalidad. Estos aspectos sólo pueden ser evaluados por el director/ponente del TFG, ya que es preciso haber seguido de cerca el proyecto para poder evaluarlos. Esa es la razón de que, siguiendo las recomendaciones de la *Guía para la evaluación de competencias en los Trabajos de Fin de Grado y de Máster* en las Ingenierías, el agente evaluador idóneo de este hito sea el profesor que dirige o actúa como ponente del TFG.

### 3.4. Preguntas para el Hito Final

El Hito Final se realiza cuando el TFG se ha completado. Es el último acto evaluativo del estudiante en sus estudios de Grado y el estudiante debe ser capaz de demostrar toda la formación que ha adquirido. Se espera, por tanto, que el proyecto tenga un alto nivel técnico, pero también que el informe esté bien redactado, que la presentación sea clara y comprensible y que dé una idea clara del alcance y las aportaciones del proyecto.

Para la elaboración de la memoria del TFG, en el Hito Final el estudiante debería reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

- ¿En qué medida el proyecto soluciona el problema planteado inicialmente?
- ¿Se han revisado los compromisos (objetivos, alcance, planificación, costes, etc.) adquiridos en los hitos anteriores? Si es así, ¿se justifican adecuadamente los cambios? ¿Existe una cuantificación del trabajo realizado y una valoración económica del proyecto?
- ¿Se explica claramente cómo se ha llegado a la solución propuesta? ¿Se explica claramente cómo se ha validado la solución? ¿Se proporciona suficiente información para hacer reproducibles los procedimientos de análisis, síntesis y evaluación? Si la evaluación se realiza de forma numérica, ¿se presentan los números de forma correcta y razonada?
- ¿Existe un análisis del impacto social, ambiental y económico del proyecto en su entorno más próximo? ¿Puede analizarse este impacto más allá del entorno próximo del proyecto? Si el impacto es negativo, ¿existen formas de reducirlo o eliminarlo? ¿Se ha realizado algún tipo de contabilidad para cuantificar los efectos en sostenibilidad? Si se ha realizado, ¿se presentan claramente las conclusiones?
- La memoria, ¿tiene un resumen en castellano, inglés y en otra lengua oficial de la comunidad (caso de que hubiere)? ¿Hay un índice, con páginas y secciones numeradas? ¿La estructura de la memoria es coherente? ¿La memoria es completa? ¿Existe una sección de conclusiones?
- La memoria, ¿está escrita con claridad y dirigida a una audiencia sin conocimiento previo del proyecto? ¿La redacción es correcta ortográfica, sintáctica y semánticamente y utiliza expresiones precisas? ¿Se definen los conceptos nuevos cuando corresponde?
- En la memoria, ¿se identifican los puntos confusos y se aclaran con ejemplos y explicaciones? ¿Se añaden pies de página o notas al final si es necesario? ¿Las tablas y gráficas se autoexplican sin leer el texto? ¿Las referencias están correctamente citadas? ¿Se indica la fuente de las citas textuales y gráficas?
- En la presentación, ¿se usa un lenguaje técnico adecuado? ¿Se utiliza una entonación correcta, sin muletillas y con un tono de voz audible para el público? En las preguntas del agente evaluador, ¿se liga la respuesta con otros elementos del trabajo? ¿Se explican claramente los aspectos fundamentales del proyecto? ¿Se expresa el estudiante con naturalidad?
- En la presentación, ¿el estudiante controla e influye en el público con mensajes no verbales, como por ejemplo la expresividad de las manos, el uso de la mirada o la elección de la indumentaria? ¿Gestiona bien los tiempos? ¿Gestiona y utiliza el silencio? ¿Consigue que la

audiencia le escuche cuando el mensaje fundamental es oral, y que lea la transparencia cuando el mensaje fundamental está en ella?

- En la presentación, ¿ha seleccionado el estudiante adecuadamente las partes del proyecto a exponer? ¿Los instrumentos de soporte (habitualmente transparencias) tienen todos los elementos básicos (numeración, título, última transparencia, etc.)? ¿El uso de tablas, gráficas, imágenes, colores, cantidad de información, tamaño de la letra, etc., consigue una presentación amena? ¿La elección de los puntos a presentar se adecua al trabajo y permite que la presentación fluya con naturalidad?

Como puede observarse, estas preguntas están orientadas a que el estudiante se asegure de que ha escrito un buen informe del proyecto y que ha tratado los aspectos más importantes durante su presentación. Las preguntas están agrupadas para ser planteadas según diez indicadores:

- resolución del problema formulado inicialmente y alcance de los objetivos definidos,
- seguimiento de la planificación y presentación de un análisis del costes del proyecto,
- existencia de información suficiente para reproducir el procedimiento de análisis, síntesis y evaluación,
- existencia de un análisis del impacto del proyecto en términos sociales, ambientales y económicos (análisis de sostenibilidad),
- comunicación escrita: estructura y organización del trabajo,
- comunicación escrita: escritura clara y correcta,
- comunicación escrita: uso apropiado de recursos de información, comunicación oral: lenguaje verbal,
- comunicación oral: lenguaje no verbal,
- comunicación oral: uso solvente de elementos de soporte.

En este hito se espera que el estudiante pueda concluir si el trabajo ha sido provechoso, es decir, si su solución aporta alguna mejora al problema planteado inicialmente o si su proyecto mejora en algo la calidad de vida de las personas a las que va dirigido, por ejemplo. Las preguntas orientan al estudiante en la redacción de su informe que, de hecho, es una parte crítica en el TFG, ya que es lo que perdurará en la mayoría de los casos. Finalmente, se propone un conjunto adicional de preguntas que orienten al estudiante para realizar la presentación oral del TFG que, en definitiva, es el momento en el que el estudiante debe convencer en directo al tribunal de la bondad de su trabajo.

## 4. Discusión

La puesta en marcha de los estudios de Grado y Máster en el EEES ha supuesto una magnífica oportunidad para revisar aquellos procesos académicos que, tradicionalmente, han quedado relegados a la categoría de “pendientes de mejorar”. Este sería el caso de la evaluación de los TFG que se ha realizado en la Facultat d’Informàtica de Barcelona (FIB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

En la FIB se asumió la propuesta de realizar la evaluación del TFG en diferentes hitos, siguiendo la recomendación de la *Guía para la evaluación de competencias en los Trabajos de Fin de Grado y de Máster* en las Ingenierías: el Hito Inicial, el Hito de Seguimiento y el Hito Final. A partir de las propuestas de la Guía, los centros pueden proponer mecanismos de evaluación claros para cada hito, unificados y, sobre todo, basados en la evaluación de competencias. El estudiante debe tener información clara sobre cómo será evaluado su TFG según estos criterios. Los informes de evaluación usados por los agentes evaluadores contienen información precisa sobre cada indicador evaluado y cómo se evaluará. Esto permite que la evaluación de los TFG tenga trazabilidad y sea más objetiva, ya que distintos tribunales usarán los mismos criterios para la evaluación de cada indicador, al estar estos criterios claramente definidos en una rúbrica.

Sin embargo, la precisión de esta información, definida en forma de rúbricas, es enemiga de la concisión. El viejo dicho «Lo bueno, si breve, dos veces bueno» es aquí completamente válido. Debido a ello, hemos creído pertinente ofrecer otro material académico más sencillo para orientar al estudiante en la realización de su TFG.

Hemos considerado que no era adecuado definir un modelo único de TFG o un modelo para cada una de las especialidades del Grado en Ingeniería Informática, dado que la casuística de los proyectos es tan elevada que pretender encajarlos en un pequeño subconjunto de modelos encorsetaría en exceso los TFG y los privaría de parte de su riqueza. Es más, pensamos que la definición de un modelo de TFG es en sí un error, debido precisamente a la enorme casuística que puede presentarse. Por ello, no consideramos apropiada la realización de una guía con forma de recetas, que encorsetarían excesivamente los TFG.

Nuestra propuesta consiste en guiar al estudiante haciéndole un conjunto de preguntas sobre las que debe reflexionar en cada hito de evaluación, siguiendo el método que Sócrates utilizaba en la Grecia clásica para conseguir que sus estudiantes aprendieran.

Las preguntas ayudan al estudiante a no dejarse ningún aspecto importante del TFG sin abordar, pero no pretenden ser una guía detallada sobre cómo debería ser un TFG, sino que más bien tratan de conseguir que sea el estudiante quien tome las decisiones a partir de sus propias reflexiones.

Una variable que determina el conjunto de preguntas es el hito que se está evaluando, y no sólo qué se evalúa, sino también la relación con quién lo evalúa (tanto en el Hito Inicial como en el Hito Final hay una presentación pública).

Resulta obvio que el conjunto de preguntas asociadas a cada hito no se ajustará a todas y cada una de las posibles tipologías de TFG y, en consecuencia, no necesitarán ser respondidas en todos los casos; pero sí creemos que, al menos, sí deberían ser fruto de reflexión por parte del estudiante.

En definitiva, nuestra propuesta de guía no intenta ser una normativa de cómo debe hacerse un TFG, ni pretende abarcar todos los posibles aspectos que puede o debe tocar un TFG. Simplemente, trata de ser útil y proporciona un análisis ecléctico de las reflexiones que debería hacerse un estudiante que quiera realizar un buen TFG.

Los primeros TFG que usaron el método socrático como forma de guía se leyeron en 2013, por lo que aún es pronto para poder analizar los resultados con el debido rigor. No obstante, estamos haciendo un seguimiento de diferentes aspectos relacionados con los TFG realizados en la FIB.

Algunos datos, como por ejemplo el tiempo invertido por el estudiante en realizar el TFG, son cuantitativos. Pese a que aún es pronto para poder establecer conclusiones válidas debido a la existencia de pocos datos, podemos constatar que un porcentaje muy alto de los TFG (más del 80 %) se leen en el tiempo previsto, es decir, un semestre. Este resultado mejora con mucho el tiempo medio de los proyectos en el anterior plan de estudios (tanto en el de ingeniería técnica como en el de ingeniería superior), si bien no podemos afirmar que se deba únicamente a la guía socrática, sino al diseño holístico del sistema de formación (el Hito Inicial se realiza en el marco de una asignatura de 3 créditos denominada Gestión de proyectos) y evaluación (por hitos) del TFG.

Estamos recogiendo otros datos, de tipo cualitativo, a partir de encuestas realizadas a los estudiantes en el momento en que acaban la memoria de su TFG (y antes de realizar la evaluación del Hito Final). En estas encuestas se pretende recoger la opinión de los estudiantes respecto al proceso de evaluación y guía, así como la percepción que tienen del aprendizaje realizado en las diferentes competencias transversales que han trabajado durante sus estudios, y especialmente en el TFG.

Es intención de los autores publicar los resultados de la metodología propuesta en este trabajo cuando dispongan de suficientes datos para que puedan considerarse estadísticamente válidos. Consideramos que ReVisión sería un foro excelente para publicar dichos resultados.

## 5. Conclusiones

Este trabajo propone seguir el método socrático para orientar al estudiante en la realización de su TFG, planteando un conjunto de preguntas para cada uno de los tres hitos de evaluación: Inicial, de Seguimiento y Final.

El uso de preguntas puede ser un buen mecanismo para facilitar a los estudiantes la reflexión y la organización de los TFG, pero sobre todo no tiene el encorsetamiento de una guía tradicional, dejando mucha libertad al estudiante.

Este trabajo se ha desarrollado y puesto en marcha en la Facultat d'Informàtica de Barcelona, donde los primeros TFG

se leyeron en julio de 2013. Se está evaluando si los estudiantes encuentran útil el sistema propuesto y si realmente resulta ser una buena guía. Pese a que aún no hay suficientes resultados para ser concluyentes, los TFG realizados hasta hoy (una cincuenta) son de una gran calidad y la opinión de los estudiantes sobre la realización de los mismos es muy positiva. Queda como trabajo futuro la revisión del trabajo realizado a partir de los resultados y de las opiniones de los estudiantes, y probablemente una nueva iteración sobre las preguntas propuestas en este artículo.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al soporte económico y apoyo de la FIB, del CCD y del grupo RIMA-VISCA de la Universitat Politècnica de Catalunya. En la definición del método de evaluación del TFG en la FIB han participado una veintena de profesores liderados por el equipo directivo del centro. En la implementación del proceso ha sido fundamental el trabajo realizado por el InLab de la FIB. A todos ellos, nuestro agradecimiento por el gran trabajo realizado.

## Referencias

- [1] Agència per a la qualitat del sistema universitari a Catalunya: *Guia per a l'avaluació de competències en els Treballs Fi d'Estudis a les Enginyeries*. 2009.
- [2] Marc Alier, Jose Cabré, Jordi García, David López y Fermín Sánchez: *Preguntas para guiar el Trabajo de Fin de Grado*. En Actas de las XVIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2012, pp. 201–208. Ciudad Real, Julio de 2012. Disponible en línea: <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/15048>
- [3] Fermín Sánchez, Joan Climent, Julita Corbalán, Pau Fonseca, Jordi García, Josep-Ramon Herrero, Xavier Llinàs, Horacio Rodríguez 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. Disponible en línea: <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/15110>
- [4] E. Valderrama, M. Rullán, F. Sánchez, J. Pons, F. Cores, J. Bisbal: *La evaluación de competencias en los Trabajos de Fin de Estudios*. En Actas de las XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2009, pp. 405–412. Disponible en línea: <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/7892>
- [5] Elena Valderrama, Mercè Rullán, Fermín Sánchez, Jordi Pons, Claudi Mans, Francesc Giné, Laureà Jiménez Y Enric Peig: *Guidelines for the final year project assessment in engineering*. En Actas del



39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, FIE2009, pp. M2J-1–M2J-5. San Antonio, TX, USA. Disponible en línea: <http://fie-conference.org/fie2009/papers/1097.pdf>.



*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 BarcelonaTech, Barcelona, España). Su campo de estudio es la arquitectura de computadores y la innovación docente.

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 el decanato de 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, es miembro del Comité Directivo de JENUI desde septiembre de 2006 y ha sido su presidente las ediciones 2011-2013, 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, 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.



*Dr. Jordi Garcia Almiñana* (Barcelona, 1968) obtuvo el grado de Licenciado en Informática en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) en 1991 y el grado de Doctor en Informática en el Departament d'Arquitectura de Computadors en 1997, ambos de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC Barcelona Tech).

En 1991 se incorporó al Departament d'Arquitectura de Computadors como profesor asociado en la

FIB y en el año 1998 obtuvo una posición de profesor Titular de Universidad. También es consultor de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) desde 1998. Sus intereses en investigación se centran en el campo de los sistemas operativos, la optimización de entornos virtuales, y el proceso eficiente de grandes cantidades de datos (*big data*), así como en la innovación docente y la educación en sostenibilidad.

El Dr. Garcia fue vicedecano de extensión universitaria del 2001 al 2004, y vicedecano jefe de estudios del 2004 al 2010 en la FIB, cargo en el que fue el responsable de la puesta en marcha de los nuevos planes de estudio de la FIB adaptados al EEES. Del 2010 al 2013 fue Director Académico del Centro de Cooperación para el Desarrollo de la UPC Barcelona Tech. Fue miembro del equipo que obtuvo el premio a la calidad docente en el año 2005.



*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 investigación dedicándose a la educación, la ética y la sostenibilidad en la informática, habiendo publicado más de 70 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 subdirector de formación del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC.

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



*Marc Alier* (Badalona-1971), responde también al nombre de Ludo.

En 1996 se graduó como Ingeniero en Informática por la UPC (<http://www.upc.edu>). La primavera del 2009 presentó su tesis doctoral: «Educació per a una societat de la informació

sostenible» (Educación para una sociedad de la información sostenible.)

Desde 2002 es profesor e investigador en la UPC en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB <http://www.fib.upc.edu>) donde da clases de Gestión de Sistemas de Información y Aspectos Sociales y Ambientales de la Informática. Dirige el Master de Gestion Integral de la Empresa con SAP en la UPC-School.

Desde 2004 trabaja en temas relacionados con el software libre aplicado a la educación para el desarrollo sostenible. Su labor se resume en un Tweet publicado en su cuenta de twitter

(<http://twitter.com/granludo> en abril de 2009): «Ante la necesidad de mejorar el mundo, aprovechemos las TIC para aprender a Compartir, Colaborar y Hacer aquellos que nos Entretenga de verdad».

En esta línea: Colabora desde 2004 en la comunidad Moodle, pone en marcha y lidera diversos proyectos de software libre, escribe diversos blogs, produce podcasts, vídeos educativos, da conferencias e intenta consolidar un equipo de entusiastas que trabaje de forma sostenible en esta misma línea.

Se rumorea que antes del 2003 hizo de todo menos la fotosíntesis.



*Jose Cabré García* (Barcelona, 1958) es profesor titular en la Universitat Politècnica de Catalunya, con docencia en la Facultad de Informática de Barcelona (FIB). Especializado en el área de la macroeconomía, la política económica y la sostenibilidad. En el campo de la economía ha trabajado de asesor para

los gobiernos de Andorra y el gobierno local de la isla de Menorca. También ha participado en diversos programas Tempus (Hungría, Rumanía y Turkmenistán) y programas Alfa creando una red de colaboración entre diversas Universidades de distintos países latinoamericanos (cresunem). En estos momentos es coordinador de la competencia Espíritu Emprendedor e Innovación en la Facultad de Informática de Barcelona y miembro del grupo de investigación STEP (sostenibilidad y compromiso social de la FIB-UPC).



*Helena García Gómez* (Barcelona, 1990) es estudiante de último curso de Ingeniería Informática en la Facultad de Informática de Barcelona (UPC). Desde febrero de 2013 trabaja a tiempo parcial en Grupo Catalana Occidente Tecnología y Servicios, AIE en tareas de seguridad de la información, LOPD y metodologías de desarrollo, entre otras.

Participa activamente en la Delegación de Alumnos de su facultad y desde 2012 colabora como becaria en el proyecto de sostenibilidad STEP-FIB. Está interesada en las actividades de cooperación y concienciación social. En Julio de 2011 participó en un proyecto de cooperación con Guatemala y El Salvador para el desarrollo de las TIC a través de la UPC, con el soporte del CCD (Centre de Cooperació per al Desenvolupament) y con la colaboración y ayuda de TxT (Tecnologia per a Tothom).



*Dra. Eva Vidal* recibió los títulos de Ingeniera Superior en Telecomunicaciones y Doctora Ingeniera en Telecomunicaciones (ambos Matrícula de Honor) por la UPC BarcelonaTech. Es Profesora Titular de Universidad desde 1998 en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la UPC con adscripción a la

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones. Sus intereses tanto en investigación como en docencia se centran en el área de la electrónica analógica y de RF, y en la sostenibilidad y el desarrollo en el área TIC. Es autora de varias decenas de publicaciones internacionales relacionadas con sus temas de investigación. Actualmente es la directora académica del Centro de Cooperación para el Desarrollo de la UPC.



© 2015 F. Sánchez, J. García, D. López, M. Alier, J. Cabré, H. García, E. Vidal. 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.