# La Evaluación de Competencias en los Trabajos Fin de Estudios

E. Valderrama[(1)], M. Rullán[(1)], F. Sánchez[(2)], J. Pons[(1)], C. Mans[(3)], F. Giné[(4)], G. Seco[(1)], L. Jiménez[(5)], E, Peig[(6)], J. Carrera[(1)], A. Moreno[(2)], J. García[(2)], J. Pérez[(1)], R. Vilanova[(1)], F. Cores[(4)], J. M. Renau[(5)], J. Tejero[(3)], J. Bisbal[(6)]

***Title*— Outcome-based assessment in Final Year Projects**

***Abstract*— This paper presents an efficient and objective procedure for the outcome-based assessment of engineering final year projects, both at graduate (FYP-G) and postgraduate levels (FYP-P). The procedure consists of 6 steps: (1) Definition of the FYP-G and FYP-P outcomes and observable descriptors; (2) set-up of the assessment milestones, the specific assessment actions to be carried out and the assessment agents; (3) assignment of descriptors to assessment actions; (4) definition of the level that the student must reach for every descriptor; (5) design of the assessment reports to be fulfill by the assessment agents, and, (6) establishment of the procedure to setting the student final mark from the assessment reports. Aids for the six steps implementation, as polls, learning outcomes files and practical examples, are shown along this paper.**

***Resumen*— Este artículo propone un procedimiento objetivo para la evaluación de competencias en los trabajos fin de grado (TFG) y fin de máster (TFM) en el contexto de las ingenierías. Dicho procedimiento se compone de seis etapas: (1) definición de las competencias asociadas al TFG o al TFM y definición de indicadores objetivos; (2) definición de los momentos (hitos) de evaluación, las acciones concretas de evaluación y los agentes implicados; (3) asignación de indicadores objetivos a cada acción de evaluación; (4) definición de los niveles de cumplimiento de cada indicador; (5) elaboración de los informes de evaluación que los agentes evaluadores deberán cumplimentar y (6) definición del criterio de puntación para asignar la nota final a partir de los informes de evaluación. Para cada uno de estos puntos se ofrecen ayudas en forma de encuestas, fichas de competencias y ejemplos de aplicación.**

***Index Terms*— Assessment, learning outcomes, final year projects, graduate and postgraduate level.**

(1) Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).
(2) Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
(3) Universidad de Barcelona (UB).
(4) Universidad de Lleida (UdL).
(5) Universidad Rovira i Virgili (URV)
(6) Universidad Pompeu Fabra (UPF).
Elena.Valderrama@uab.cat

## I. INTRODUCCIÓN

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en los países de la Unión Europea está modificando substancialmente la educación superior en nuestro país. Nos encontramos en un momento clave para el futuro de los estudios universitarios, en el que se están poniendo en marcha no solo nuevos planes de estudio sino también nuevas actitudes y nuevas maneras de enfocar la labor docente.

Estos nuevos planes de estudios deben elaborarse teniendo como punto de partida las competencias que el estudiante debe adquirir a los largo de su formación, que definirán el futuro perfil profesional del egresado. Cada titulación debe elaborar su propia lista de competencias, dentro del marco de los Descriptores de Dublín [1], que describen las competencias mínimas que se esperan de un titulado del nivel de Grado, del nivel de Máster y del nivel de Doctorado.

Las competencias profesionales son un conjunto de habilidades, actitudes y responsabilidades que describen los resultados del aprendizaje de un proceso educativo [2],[3]. Las competencias pueden clasificarse básicamente en dos tipos:

- *Competencias transversales o genéricas*: son competencias que, pese a no estar directamente relacionadas con los conocimientos técnicos propios de la titulación, debe poseer un titulado con ese nivel académico. Se clasifican, a su vez, en competencias sistémicas, competencias instrumentales y competencias interpersonales.
- *Competencias técnicas o específicas*: son competencias relativas a los conocimientos técnicos propios de la titulación. Se clasifican, a su vez, en competencias conceptuales, procedimentales y profesionales.

En España, la implementación de las recomendaciones sobre el EEES establecidas en las declaraciones de Bolonia (1999) y subsiguientes se halla regulada en el Real Decreto 1393/2007 de Ordenación de la Enseñanzas Universitarias Oficiales [4]. Una de las novedades de este real decreto es la obligatoriedad de acabar los estudios de Grado y de Máster con sendos Trabajos Fin de Estudios (Trabajo Fin de Grado y Trabajo Fin de Máster respectivamente), en los cuales el estudiante debe demostrar un dominio integrado de las distintas competencias desarrolladas a lo largo de sus estudios, y/o completar el desarrollo de las mismas.

Si bien en el ámbito de las ingenierías se dispone de una amplia experiencia en la realización de los actuales Proyectos Fin de Carrera, experiencia que sin duda será muy valiosa a la hora de poner en marcha estas dos nuevas actividades docentes, la introducción del concepto de adquisición de competencias por parte del estudiante y su evaluación ([5],[3]) en los Trabajos Fin de Grado (TFG) y en los Trabajos Fin de Máster (TFM) genera muchos interrogantes. Por ejemplo, ¿qué competencias deben asociarse a los TFG y TFM?, ¿todas las de la titulación o sólo unas pocas?, ¿cómo podemos evaluarlas?, ¿se deben o se pueden evaluar en un único acto de defensa final del trabajo?, ¿quiénes deben ser los agentes evaluadores?, ¿cuál es el coste de este nuevo planteamiento de los TFG, TFM?, y muchas otras.

En el marco de unas ayudas concedidas por la *Agència per a la Qualitat del sistema Universitari de Catalunya* (AQU) y el Ministerio de Ciencia e Innovación español en su Programa de Estudios y Análisis, un grupo de responsables académicos de las titulaciones de Ingeniería Informática, Ingeniería Química e Ingeniería de Telecomunicaciones de seis universidades catalanas comenzamos a trabajar en la elaboración de una "Guía para la evaluación de competencias en los Trabajos Fin de Estudios (TFE) del ámbito de las ingenierías".

Esta comunicación presenta una versión resumida de los resultados del citado proyecto. La Guía desarrollada va dirigida a los responsables académicos que deberán definir las Guías Docentes de los TFG y TFM, proponiendo una estrategia de cómo realizar la evaluación de los mismos. Es, de hecho, una guía para que cada Facultad o Escuela elabore su propia Guía de evaluación de los TFE a partir de los resultados obtenidos en el proyecto.

El resto del artículo se estructura del siguiente modo: la Sección II detalla el procedimiento a seguir para que cada Centro desarrolle su propia Guía de evaluación de competencias en los TFE; la Sección III discute los resultados obtenidos en el proyecto de elaboración de la Guía y, finalmente, la Sección IV resume las conclusiones de este trabajo.

## II. PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE LA GUIA DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

La propuesta presentada establece un procedimiento de diseño de la Guía de evaluación de los TFE en seis etapas:

- Definición de las competencias asociadas al TFG o al TFM y definición de unos indicadores objetivos que permitan evaluar el grado de asimilación (adquisición) de la competencia por parte del estudiante
- Definición de los instantes en los que se realizará la evaluación (hitos de evaluación), de las acciones concretas a través de las que se llevará a cabo dicha evaluación y de los agentes que llevarán a cabo la evaluación
- Asignación de los indicadores a cada una de las acciones de evaluación

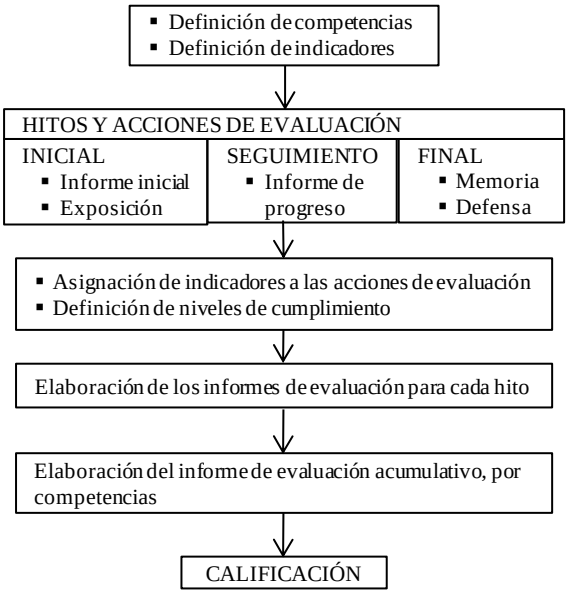


Fig. 1: Pasos a seguir en la elaboración de la Guía de evaluación de competencias en los TFE.

- Definición de los niveles de cumplimiento esperados de cada indicador, estableciendo de forma clara y objetiva el nivel de asimilación de la competencia demostrado por el alumno en el indicador
- Elaboración (diseño) de los informes de evaluación que los agentes evaluadores deberán cumplimentar y
- Definición del criterio de puntación que asignará la calificación final al TFE a partir de los resultados reflejados en los informes de evaluación.

La Figura 1 m gráficamente el procedimiento descrito.

### *A. Definición de competencias e indicadores*

El primer paso del proceso consiste en establecer cuáles serán las competencias que el alumno debe demostrar poseer cuando acabe su TFE. Durante la elaboración del Plan de Estudios de la titulación, cada Escuela o Facultad habrá definido las competencias que el estudiante debe trabajar a lo largo de su Trabajo Fin de Grado/Máster. El grado de adquisición de estas competencias por parte del estudiante es el objeto de la evaluación.

Las competencias transversales que se esperan de cualquier ingeniero suelen ser muy similares, independientemente de su especialidad. Sin embargo, las competencias técnicas van a depender completamente de su profesión. Por ello, y con el objeto de que la propuesta sea aplicable a todas, o al menos a una gran mayoría de las ingenierías, nuestro estudio se ha centrado únicamente en las competencias transversales.

Pese a que pueden encontrarse buenas y completas listas de competencias para las ingenierías en el CDIO Syllabus [6], en las publicaciones del proyecto Tuning [2], o en los libros blancos editados por ANECA [7], para la realización de este proyecto necesitábamos un nivel de definición mucho mayor, similar al que puede encontrarse en [8]. Necesitábamos, además, una lista consensuada que pudiese servir para todas

TABLA I
COMPETENCIAS MÁS VOTADAS PARA SER EVALUADAS EN LOS TFG

| COMPETENCIA |
|---|
| 1. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica |
| 2. Comunicación oral y escrita en la lengua nativa |
| 3. Capacidad de concebir, diseñar e implementar proyectos utilizando las herramientas propias de la Ingeniería |
| 4. Capacidad de organización y planificación |
| 5. Conocimientos del campo de estudio |

TABLA II
COMPETENCIAS MÁS VOTADAS PARA SER EVALUADAS EN LOS TFM

| COMPETENCIA |
|---|
| 1. Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica |
| 2. Capacidad de organización y planificación |
| 3. Conocimiento del campo de estudio |
| 4. Creatividad |
| 5. Habilidades de investigación |

las ingenierías. Dada la difusión internacional obtenida por el proyecto Tuning, y puesto que uno de los objetivos del proyecto era precisamente la creación de una lista de competencias, nos pareció que lo más adecuado era utilizar dicha lista como punto de partida.

Así, una de nuestras primeras acciones fue preparar y administrar una encuesta en el ámbito español y europeo sobre la lista Tuning de competencias transversales. La encuesta se envió a un conjunto seleccionado de profesores que tenían algún tipo de responsabilidad académica en su Centro relacionada con el diseño de los nuevos planes de estudio. En la encuesta se les pedía que seleccionaran, de entre el conjunto de 28 competencias transversales Tuning, cuáles de ellas consideraban que se debían evaluar prioritariamente en los TFG y en los TFM.

Se recogieron 135 respuestas válidas de profesores implicados en las Ingenierías Informáticas (de un total de 259 encuestas enviadas), 32 procedentes de universidades catalanas, 76 procedentes de universidades del resto de España y 27 procedentes de universidades del resto de la Comunidad Europea. La priorización final de todas las competencias puede consultarse en la Guía desarrollada y editada por AQU_Catalunya [1]. A título de ejemplo, las tablas I y II muestran las 5 competencias que alcanzaron mejores puntuaciones en el TFG y en el TFE.

Para poder evaluar estas competencias es necesario definir un conjunto de indicadores objetivos y evaluables que permitan valorar el grado de adquisición de la competencia por el estudiante. Para cada competencia se ha desarrollado una ficha en la que, entre otros aspectos, (1) describe la competencia desde el punto de vista de los TFE, (2) define indicadores para su evaluación en el TFG y en el TFM y (3) establece el nivel al que el estudiante debe demostrar la adquisición de cada indicador en el TFG y en el TFM [1].

TABLA III
HITOS, ACCIONES Y AGENTES DE EVALUACIÓN

| | |
|---|---|
| **HITO INICIAL** (en el primer cuarto del proyecto) | |
| ACCIONES<br>▪ Informe inicial<br>▪ Exposición del informe | AGENTES<br>▪ Director<br>▪ Otros proyectistas<br>▪ Otro profesor o experto externo |
| **HITO(S) DE SEGUIMIENTO** (en el segundo tercio del proyecto) | |
| ACCIONES<br>▪ Informe de progreso | AGENTES<br>▪ Director |
| **HITO FINAL** (al finalizar el proyecto) | |
| ACCIONES<br>▪ Memoria<br>▪ Defensa pública frente a tribunal evaluador | AGENTES<br>▪ Tribunal (se recomienda incluir un experto externo) |

Asimismo, la ficha sugiere en qué hito de evaluación (ver más adelante) debe ser evaluado cada indicador.

Si bien tanto el tema de las encuestas sobre competencias como la definición de indicadores se han tratado en múltiples ocasiones [8], la novedad de este estudio radica en que en ambos casos el estudio está orientado a la evaluación de la competencia en el contexto de los TFE. Hasta donde sabemos, no existe ninguna otra encuesta publicada cuyo objetivo se centre en los Trabajos de Fin de Estudios.

A partir de los resultados obtenidos en las encuestas, y los resultados obtenidos por Tuning, ambos detallados en las fichas de competencias, cada Centro debe seleccionar el conjunto de competencias que desea evaluar en sus TFG y TFM. Una vez seleccionadas estas competencias transversales, debe añadir sus propias competencias técnicas para que la evaluación sea completa.

### *B. Hitos, acciones y agentes de evaluación*

Se propone establecer, al menos, tres momentos o "hitos" de evaluación del Trabajo Fin de Estudios:

- Una primera evaluación que debe realizarse durante las primeras semanas, cuando el estudiante lleve trabajando en el TFE el tiempo necesario para haber desarrollado un planteamiento claro de las tareas a realizar, haya analizado los conocimientos actuales sobre el tema propuesto, haya estudiado su viabilidad y haya sido capaz de organizado su plan de trabajo
- Uno (o varios) hitos de seguimiento a lo largo del proyecto, preferiblemente en la segunda mitad del mismo, donde se puedan detectar disfunciones en el planteamiento inicial pero todavía se esté a tiempo de realizar las correcciones necesarias y
- Un hito de evaluación al finalizar el trabajo.

La tabla III presenta los hitos mencionados. En cada hito se proponen y justifican una o varias acciones de evaluación.

TABLA IV
NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LOS INDICADORES DE LA COMPETENCIA "ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN"

| | | |
|---|---|---|
| INDICADOR 1: El estudiante presenta un diagrama de planificación tipo GANTT o similar | | |
| NIVEL 1: Puntuar 1 si … | NIVEL 2: Puntuar 2 si … | NIVEL 3: Puntuar 3 si … |
| Se presenta una planificación del tiempo y recursos necesarios, aunque el nivel de detalle es muy superficial. | Las tareas, tiempos y recursos humanos y materiales están perfectamente identificados y planificados. | El nivel de detalle con el que se especifican tareas, tiempos y recursos es excelente. |
| INDICADOR 2 : El estudiante es capaz de hacer un seguimiento del grado de cumplimiento de la planificación inicial, identificando y analizando las desviaciones detectadas | | |
| NIVEL 1: Puntuar 1 si … | NIVEL 2: Puntuar 2 si … | NIVEL 3: Puntuar 3 si … |
| En todo momento el estudiante es capaz de identificar el estado de cada tarea. (retrasada, adelantada, a tiempo) | Identifica las causas de las discrepancias con la planificación establecida, y prevé acciones para solucionarlas. | Las soluciones propuestas a eventuales desviaciones son muy coherentes y garantizan, en la medida de lo posible, el cumplimiento del proyecto. |
| INDICADOR 3 : El estudiante analiza el grado de cumplimiento final de la planificación inicial, las causas de eventuales desviaciones y las consecuencias de éstas. | | |
| NIVEL 1: Puntuar 1 si … | NIVEL 2: Puntuar 2 si … | NIVEL 3: Puntuar 3 si … |
| Se presenta una planificación del tiempo y recursos necesarios, aunque el nivel de detalle es muy superficial. | La tareas, tiempos y recursos humanos y materiales están perfectamente identificados y planificados. | El nivel de detalle con el que se especifican tareas, tiempos y recursos es excelente. |

Por ejemplo, el primer hito incluye la presentación de un informe pautado y su exposición y defensa frente a compañeros (evaluación por pares) y frente a otros agentes de evaluación; el segundo hito puede reducirse a la presentación de un informe de progreso del proyecto y a una eventual entrevista con el agente evaluador si se considera necesario, mientras que el hito final sigue el esquema clásico de presentación de una memoria resumen del trabajo y su defensa pública.

Finalmente, se proponen los agentes que deberán evaluar cada una de las acciones. Consideramos que el director/tutor del trabajo debe estar presente en la evaluación de todas las acciones, aunque no necesariamente formar parte de los agentes evaluadores. Sería recomendable, además, realizar una evaluación por pares de la exposición en el primer hito, y añadir la presencia de expertos externos en la evaluación de los hitos de seguimiento y final.

### *C. Asignación de indicadores a las acciones de evaluación*

Llegados a este punto, los indicadores definidos para cada competencia deben distribuirse entre las acciones de evaluación, de manera que el evaluador sepa qué puntos concretos debe evaluar en cada uno de los informes, memorias y exposiciones.

Las competencias y los indicadores a evaluar se deben seleccionar cuidadosamente para no caer en el error de intentar evaluar tantas competencias/indicadores en cada acción que se pierda la perspectiva del trabajo del estudiante. Creemos que evaluar entre 5 y 10 indicadores por acción es factible y adecuado.

Cada titulación deberá definir qué competencias se evaluarán, y a través de qué indicadores se realizará esta evaluación. Las fichas de las competencias explicadas en [1] pueden ser de ayuda.

Para facilitar el trabajo de definición de las Guías de evaluación de los TFE a los Centros, las fichas de competencia definidas incorporan una pre-asignación de los indicadores a cada uno de los hitos de evaluación. Tanto los indicadores proporcionados en las fichas de competencia como su asignación a un hito concreto son una sugerencia para facilitar la labor de los responsables de los centros. La selección final de indicadores y su asignación a hitos y acciones de evaluación debe ser determinada por cada Facultad o Escuela.

### *D. Niveles de cumplimiento de los indicadores*

Conocer qué indicadores hay que evaluar no es suficiente, es necesario, además, definir cuál es exactamente el nivel de cumplimiento que se le exige al estudiante en cada indicador para que la evaluación sea lo más objetiva posible, independientemente de quién sea el agente evaluador.

Proponemos definir cuatro niveles de cumplimiento de los indicadores. El nivel 1 corresponde al nivel mínimo que el estudiante debe demostrar, por debajo del cual (nivel 0) se considera que el estudiante NO cumple el indicador. El nivel 2 refleja el nivel que se considera adecuado para el tipo de Trabajo Fin de Estudios que se está realizando (Grado o Máster). Finalmente, el nivel 3 representa el nivel de excelencia. Cada indicador a evaluar requiere una definición cuidadosa de estos niveles.

La tabla IV muestra un ejemplo de la definición de los cuatro niveles de cumplimiento (el nivel 0 se define por exclusión) de los indicadores asociados a la competencia de "Organización y planificación".

### *E. Informes de evaluación*

La asignación de los indicadores a las acciones de evaluación y la definición de os niveles de exigencia de los

TABLA V

EJEMPLO DE INFORME DE EVALUACIÓN CORRESPONDIENTE AL HITO INICIAL. LA COLUMNA DE LA IZQUIERDA CONTIENE TODOS LOS INDICADORES ASOCIADOS A CADA UNA DE LAS 2 ACCIONES QUE SE EVALÚAN EN ESTE HITO. LA COLUMNA DE LA DERECHA SE HA RELLENADO CON UNAS PUNTUACIONES FICTICIAS PARA UTILIZARLAS COMO EJEMPLO MÁS ADELANTE.

| HITO INICIAL: Informe de evaluación | |
|---|---|
| **Acción: Informe inicial** | |
| *Indicadores* | *Puntos (0 a 3)* |
| Identifica las partes fundamentales del proyecto, dibujando un diagrama a nivel de bloques que las describa y que visualiza las relaciones entre ellas. | 1 |
| Identifica los conocimientos implicados en la base de la resolución del proyecto, tanto sean propios de la disciplina como ajenos. | 2 |
| Valora la importancia relativa de cada una de las partes del proyecto y de los conocimientos implicados. | 2 |
| Da una solución realizable al proyecto planteado, considerando las herramientas propias de la Ingeniería. | 1 |
| Incluye la planificación del proyecto en forma de un GANTT o similar. | 1 |
| **Acción: Exposición** | |
| *Indicadores* | *Puntos (0 a 3)* |
| Muestra empatía con la audiencia; mira a la audiencia; utiliza el tono de voz y volumen adecuados,… | 2 |
| Comentarios: | |
| Firmado: (El director o agente evaluador) | |

mismos permiten construir los informes de evaluación que los agentes correspondientes deberán cumplimentar.

Se proponen dos tipos de informes que se explican más adelante: los "Informes Progresivos de Evaluación", organizados por hitos, y el "Informe Global de Evaluación", organizado por competencias.

Inspirados en las "rúbricas" anglosajonas, los agentes evaluadores recibirán una hoja a rellenar que contendrá los indicadores a valorar en dicha acción de evaluación, la definición de los niveles exigibles para cada uno de ellos y un espacio para que puntúen con un 0, 1, 2 ó 3 el nivel alcanzado por el estudiante en dicho indicador.

Los Informes Progresivos de Evaluación constituyen el producto final de los hitos de evaluación, deben ser públicos y su resultado se debe dar a conocer al estudiante a la mayor brevedad posible. Gracias a esta información, junto a la publicación de los indicadores asignados a cada hito y los niveles de cumplimiento, la evaluación cumplirá su labor formativa, indicando al estudiante con qué criterios será evaluado y haciéndole saber después de cada acción de evaluación en qué posición se encuentra respecto a los objetivos de aprendizaje esperados y cuáles son los aspectos que debe mejorar para alcanzarlos.

La tabla V muestra un ejemplo de un Informe Progresivo de Evaluación correspondiente al primer hito (los indicadores que aquí aparecen son sólo un ejemplo).

TABLA VI

EJEMPLO DE INFORME DE EVALUACIÓN CORRESPONDIENTE AL HITO INICIAL. EJEMPLO DE INFORME GLOBAL DE EVALUACIÓN. LOS HITOS 1, 2 Y 3 CORRESPONDEN RESPECTIVAMENTE A LOS HITOS INICIAL, DE SEGUIMIENTO Y FINAL.

| INFORME GLOBAL DE EVALUACIÓN | | | |
|---|---|---|---|
| **COMPETENCIA 1: Capacidad de concebir, diseñar e implementar proyectos utilizando herramientas propias de la Ingeniería Informática** | | | |
| *Indicadores* | *Hito1* | *Hito2* | *Hito3* |
| Escoge las herramientas y metodologías más adecuadas para analizar, diseñar e implementar el proyecto. | | 2 | |
| Aplica correctamente las herramientas escogidas. | | 2 | |
| Analiza, diseña e implementa el proyecto de acuerdo con las metodologías más adecuadas. | | 2 | 2 |
| Da una solución al proyecto planteado que sea realizable considerando las herramientas propias de la Ingeniería Informática. | 1 | 2 | |
| Comentarios: | | | |
| **COMPETENCIA 2: Capacidad de análisis y síntesis.** | | | |
| *Indicadores* | *Hito1* | *Hito2* | *Hito3* |
| Identifica las partes fundamentales del proyecto, dibujando un diagrama a nivel de bloques que las describe, visualizando las relaciones entre ellas. | 1 | 3 | |
| Identifica los conocimientos implicados en la base de la resolución del proyecto, tanto sean propios de la disciplina como ajenos. | 2 | 3 | |
| Evalúa los resultados del proyecto comparándolos con resultados similares procedentes de fuentes … etc. | | | 3 |
| … etc. | | | |
| Comentarios: | | | |

El o los evaluadores dispondrían, para rellenar las casillas de puntuación, de una tabla de definición de los niveles de cumplimiento de cada indicador similar a la de la tabla IV.

Los Informes Progresivos obtenidos como resultado de las acciones de evaluación se utilizan para cumplimentar, de forma prácticamente automática, el Informe Global de

Evaluación. Este informe contiene el resultado del conjunto de las evaluaciones realizadas pero, a diferencia de los informes de progreso, los resultados de la evaluación están organizados por competencias, permitiendo visualizar la evolución temporal del estudiante.

La tabla VI muestra el aspecto que tendría el Informe Global de Evaluación. Este último informe es el que va a permitir calificar al estudiante, a la vista no sólo del nivel de adquisición final de las competencias asociadas al trabajo, sino también de su evolución a lo largo del trabajo.

El hecho de trabajar con una lista de indicadores objetivos y unos criterios de puntuación objetivos escalados en varios niveles contribuye a homogeneizar las calificaciones aun en el caso de que procedan de diversos agentes evaluadores, aumenta la trazabilidad de los resultados y, por ende, mejora la calidad del proceso de evaluación de los TFE.

### *F. Calificación*

Finalmente, el Centro deberá definir los criterios a seguir para generar, desde el Informe Global de Evaluación, una calificación del estudiante. Estos criterios deberán definir mínimos, dejando una cierta libertad para analizar la calidad global del trabajo realizado. Aún sabiendo que la definición de estos criterios dependerá de la orientación particular de la titulación, a título de ejemplo se podrían establecer unos criterios como los siguientes:

- El trabajo ha de cumplir todos los indicadores. En consecuencia, para superar el TFG (o TFM) es necesario que en ninguna casilla del informe global aparezca un 0.
- Si en un 70% de los casos los indicadores han sido evaluados con un "3" y todos los "1" obtenidos han sido mejorados en hitos posteriores, el trabajo se puede calificar con un excelente o una matrícula de honor.
- Si en el informe de evaluación global aparecen como máximo dos "1" y al menos un "3", el trabajo se puede calificar con un notable.
- En el resto de casos, el trabajo se calificará con un aprobado.

En nuestro pequeño ejemplo parcial aparecen sólo dos "1", ambos son superados en un hito posterior, y aparecen tres "3". Así pues, el trabajo de este estudiante podría calificarse de notable.

Uno de los aspectos a destacar del procedimiento descrito en este artículo es que, una vez definida la Guía de evaluación de cada Centro, el proceso se puede automatizar muy fácilmente.

Los informes de cada acción de evaluación se diseñan una única vez, en el momento en el que el Centro decide las competencias a evaluar, indicadores, hitos y acciones de evaluación.

Si los agentes evaluadores introducen sus calificaciones en una aplicación web, la nota puede generarse y hacerla accesible al estudiante de forma automática siguiendo los criterios definidos, evitando errores humanos y facilitando el proceso de calificación.

## III. DISCUSIÓN

Resulta evidente la necesidad de impulsar un cambio de los procedimientos de evaluación del estudiante en el contexto del nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno. En opinión de los autores de este artículo, este cambio debe aplicarse también a la evaluación de los Trabajos de Fin de Grado y Fin de Máster.

El modelo actual de evaluación de los Proyectos Fin de Carrera de las ingenierías en España es fundamentalmente fiscalizador (sólo analiza el resultado final), está muy basado en la evaluación de contenidos técnicos y resulta ser un proceso de alta subjetividad cuando los estudiantes son evaluados por tribunales distintos.

Este modelo debe dar paso a una nueva aproximación en la que prime el aspecto formativo de la evaluación (evaluación a lo largo del proceso de aprendizaje, informando al estudiante en cada momento de su situación respeto a los resultados esperados y de los puntos fuertes y los puntos débiles de su formación), donde se valore la competencia por encima del mero conocimiento técnico, y donde la evaluación sea lo más objetiva y retro-trazable posible.

El objetivo de la Guía desarrollada es facilitar a los Centros de enseñanza superior con estudios de Grado y/o Máster en Ingenierías la definición de los procedimientos de evaluación de las competencias en los Trabajos Fin de Estudios (TFG y TFM) que cumplan los requisitos citados.

Es razonable pensar que la definición de unos indicadores objetivos y evaluables, junto a la definición de unos niveles de cumplimiento de los mismos que deben ser utilizados por todos los agentes que intervienen en la evaluación, contribuirá a mejorar la independencia de la calificación respecto a los evaluadores y aumentará la trazabilidad del resultado final. A la pregunta del estudiante de "¿Por qué me ha calificado el tribunal mi trabajo con un aprobado?" se puede responde con el Informe Global de Evaluación, que a su vez viene refrendado por los Informes Progresivos de Evaluación de cada acción, por la definición de los niveles cumplimiento de los indicadores y por la propia definición de los mismos.

Asimismo, el conocimiento por parte del estudiante de los informes progresivos de evaluación y de la información que éstos proporcionan incide directamente en la labor formativa de la evaluación. En esta línea, cabe remarcar la importancia de hacer público y accesible el modelo de evaluación (hitos, acciones y agentes de evaluación), las competencias e indicadores a evaluar en cada acción, el nivel de logro esperado y los informes de evaluación, tanto a los profesores u otros agentes de evaluación como a los estudiantes. El estudiante debe conocer los resultados de cada una de las evaluaciones tan pronto como sea posible para que le sirvan de orientación sobre el trabajo que le queda por hacer.

Con el objeto de facilitar la aplicación de este procedimiento se ha desarrollado una aplicación informática que permite realizar la selección de competencias e indicadores de una forma rápida y eficiente. De esta forma, cada Centro puede elaborar en muy poco tiempo los

formularios correspondientes a los Informes Progresivos que los profesores o comisiones de evaluación de los TFG y TFM deben de considerar y el Informe Global de Evaluación.

## IV. CONCLUSIONES

Esta contribución resume el trabajo realizado dentro del proyecto de elaboración de una Guía para la evaluación de competencias de los trabajos fin de estudios en la cual:

- Se propone una estrategia de evaluación de los trabajos fin de Grado y fin de Máster, y se explica la forma de concretar esta estrategia en una Guía de evaluación específica para cada titulación.
- El proceso de elaboración de la Guía de cada titulación se facilita en la medida de lo posible definiendo y clasificando competencias e indicadores de referencia.
- El procedimiento propuesto concluye con la elaboración de los informes de evaluación que deberán cumplimentar los agentes evaluadores.

El procedimiento propuesto proporciona un mecanismo eficiente y objetivo para la evaluación de los TFG y TFM, al propiciar que los diferentes evaluadores de los distintos trabajos realizados en el Centro/titulación usen siempre la misma lista de indicadores y los mismos niveles de adquisición para realizar la evaluación.

La Guía de evaluación de competencias es un instrumento flexible que cada Centro o Titulación debe personalizar en función de sus objetivos, seleccionando las competencias e indicadores, definiendo las acciones de evaluación y estableciendo la ponderación de cada acción de evaluación en la calificación final. La Guía personalizada resultante contribuirá a aumentar la homogeneidad de las calificaciones, la trazabilidad de los resultados y, en definitiva, la calidad del proceso evaluativo de los TFG y TFM.

## AGRADECIMIENTOS

Uno de los problemas cuando se trabaja en equipos numerosos es cómo dejar constancia de la valiosa labor de todos sus miembros sin que la lista de autores sea interminable. Hemos incluido muchos autores en la comunicación, pero hay más:

*Componentes del proyecto:*

Elena Valderrama (UAB), Jesús Bisbal (UPF), Julio Pérez (UAB), Julián Carrera (UAB), Francesc Castells (URV), Fernando Cores (UdL), Jordi García (UPC), Laureano Jiménez (URV), Claudi Mans (UB), Tomàs Margalef (UAB), Asunción Moreno (UPC), Enric Peig (UPF), Jordi Pons (UAB), Mercè Rullán (UAB), Fermín Sánchez (UPC), Gonzalo Seco (UAB), Joan Sorribes (UAB), Javier Tejero (UB), Ramón Vilanova (UAB).

A todos ellos gracias.

## REFERENCIAS

[1] Complete Set Dublin Descriptors 2004. http://www.jointquality.org/ (pestaña "Descriptors"). Último acceso Julio 2010.

[2] Proyecto Tuning. Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe. http://tuning.unideusto.org/tuningeu/images/stories/template/General_Brochure_Spanish_version.pdf. Último acceso Julio 2010.

[3] Voorthess, R. Measuring what matters: competency-based learning models. Higher Education. Jossey Bass. 2001.

[4] Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE 29 de Octubre de 2007.

[5] NCES. Defining and Assessing Learning: Exploring Competency-Based Initiatives. 2002. http://nces.ed.gov/pubs2002/2002159.pdf. Último acceso Julio 2010.

[6] CDIO Syllabus. Edward F. Crowley, MIT, 2001. http://www.cdio.org. Último acceso Julio 2010.

[7] Libros blancos de las titulaciones de Grado, editados por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), 2005-2007. http://www.aneca.es/publicaciones/libros-blancos.aspx. Último acceso Julio 2010.

[8] Villa, A; Poblete, M. Aprendizaje basado en competencias. Editorial Mensajero. Universidad de Deusto. 2007.

[9] Guia per a l'avaluació de competències als treballs de final de grau i de màster a les Enginyeries, 2009. (En catalán. Puede solicitarse una versión en español a Elena.Valderrama@uab.cat). http://www.aqu.cat/publicacions/guies_competencies/guia_tfe_enginyeries.html Último acceso Julio 2010.

**Elena Valderrama,** Barcelona 1953. Obtuvo el doctorado en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) en 1979 y la licenciatura en Medicina por la misma universidad en el 2006. Catedrática de Arquitectura y Tecnología de los Computadores desde 1990, desarrolla su tarea investigadora y docente en el departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos de la Escuela de Ingeniería de la UAB. Ha sido Coordinadora de la titulación de Ingeniería Informática y Dinamizadora del Plan Piloto de convergencia al EEES. Actualmente es Delegada de la rectora para la Evaluación, la Acreditación y la Innovación docente.

**Mercè Rullán**, 1964. Obtuvo el doctorado en Ingeniería Informática por la Universidad Autónoma de Barcelona, siendo desde 1997 Profesora Titular de Arquitectura y Tecnología de Computadores adscrita departamento de Microelectrónica y Sistemas Electrónicos de la Escuela de Ingeniería de la UAB. Desde 1996 ha desempeñado los cargos de Coordinadora Adjunta, Vicedirectora de Estudios y Sub-Coordinadora de la titulación de Ingeniería Informática de la UAB y, desde marzo del 2009 es la Coordinadora de dicha titulación.

**Fermín Sánchez,** Barcelona 1962. Obtuvo el grado de Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) en 1996, siendo, desde 1987, profesor de dicha universidad adscrito al departamento de Arquitectura de Computadores y profesor consultor de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) desde 1997. Desde mayo de 2007 es Vicedecano de Innovación de la Facultad de Informática de Barcelona de la UPC.

**Jordi Pons**, 1965. Doctor en Informática por la UAB, es Profesor Titular de Ciencias de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, desde el 1994, adscrito al departamento de Ingeniería de la Información y de las Comunicaciones de la UAB. Ha sido Coordinador de la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, Vicedirector de Ordenación Académica (95-96) y Vicedirector de Asuntos Económicos e Institucionales (00-06) de la Escuela Universitaria de Informática de la UAB.

**Claudi Mans**, Badalona 1948. Doctor en Química en 1974 por la Universidad de Barcelona (UB), es actualmente y desde octubre de 2008 Catedrático jubilado y Profesor Emérito de Ingeniería Química. Desde enero de 2009 es Delegado del rector y coordinador del Campus de la Alimentación de Torribera. Entre otros muchos cargos y distinciones, ha sido Jefe de Estudios de Química (90-91), Decano de la Facultad de Química de la UB (91-94), Director Académico de Les Heures (02-04) y representante español en el Working Party on Education de la European Federation of Chemical Engineering (EFCE) (04-10).

**Francesc Giné**. Ingeniero de Telecomunicaciones por la UPC en 1993 y Doctor en Informática por la UAB en 1999, es actualmente Profesor Titular del área de Arquitectura de Computadores en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Lleida (UdL). Ha sido Jefe de Estudios de la Escuela Universitaria Politécnica de la UdL en el periodo 1998-2007 y, desde entonces, es Subdirector de dicha escuela.

**Gonzalo Seco**, Barcelona 1972. Es Ingeniero de Telecomunicaciones por la UPC en 1993, Doctor Ingeniero en el 2000 por la UPC y Master en Business Administration por la Universidad de Navarra en el 2002. Ha sido Coordinador de Intercambios en la Escuela de Ingeniería de la UAB durante el periodo 2005-2007 y es actualmente, desde marzo del 2007, Coordinador de Estudios de Ingeniería de Telecomunicación en dicha universidad.

**Laureà Jiménez**, Doctor en Ingeniería Química por la Universidad de Barcelona en 1997, es actualmente profesor del departamento de Ingeniería Química de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Química de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona.

**Enric Peig** es profesor en el departamento de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones de la Universidad Pompeu Fabra (UPF). Ha sido Coordinador de la adaptación de los Estudios de Informática al EEES y es, actualmente, Jefe de Estudios de los Estudios de Informática en la UPF.

**Julián Carrera**, Doctor por la UAB en el 2001, es actualmente Profesor contratado doctor del departamento de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería de la UAB

**Asunción Moreno**, Catedrática de Universidad en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPC, presta sus servicios en el Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones desde 1984.

**Jordi García**, Profesor Titular de Arquitectura y Tecnología de los Computadores en la Facultad de Informática de la UPC, desarrolla su actividad profesional en el departamento de Arquitectura de Computadores. Ha sido Vicedecano de Extensión Universitaria en el periodo 2001-04 y es, desde entonces, Jefe de Estudios de dicha facultad.

**Julio Pérez**, Doctor por la UAB en el 2001, es actualmente Profesor contratado doctor del departamento de Ingeniería Química de la Escuela de Ingeniería de la UAB

**Ramón Vilanova**. Es Catedrático de escuela Universitaria del departamento de Telecomunicaciones e Ingeniería de Sistemas de la Escuela de Ingeniería de la UAB. Ha ocupado los cargos de Subdirector de Asuntos Académicos (03-07) y Secretario Académico (00-03) de la Escuela de Ingeniería de la UAB, siendo actualmente Adjunto al Vicerrectorado de Política Académica de dicha universidad.

**Fernando Cores**, Doctor por la UAB en el 2004, es actualmente Profesor Colaborador del departamento de Informática e Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Lleida (UdL). Desde el 2005 ocupa el cargo de Coordinador de la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas en la misma universidad.

**Josep Maria Renau**, Es Ingeniero Químico por el Instituto Químico de Sarriá (Barcelona), Ingeniero Químico por la Escuela de Ingeniería Química de Toulouse (Francia), y Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Barcelona, es actualmente Profesor Titular de Universidad en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Química en la Universidad Rovira i Virgili.

**Javier Tejero**, profesor Titular de Ingeniería Química, adscrito al departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona (UB). Desde el 2004, es Jefe de Estudios de Ingeniería Química en la UB y miembro de la Comisión Académica de la Facultad.

**Jesús Bisbal**. Ingeniero Informático por la UPC en 1996 y Doctor en Computer Science por el Trinity College (Dublín) en octubre del 2000, es actualmente "Investigador Ramón y Cajal" en el Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Pompeu Fabra (UPF). Desde marzo del 2007 ocupa el cargo de Subdirector de los Estudios de Ingeniería Informática en la misma universidad, y es Coordinador de Intercambios del programa Erasmus.