

# *Evaluación de competencias básicas en los grados de Informática de la UPM*

Jorge E. Pérez Martínez  
Gregoria Blanco Viejo

Edmundo Tovar Caro  
Agueda Arquero Hidalgo

Carmen Vizcarro Guarch  
Taísa Borges Grün

*Abstract*—La evaluación de las competencias básicas tal y como se define en el RD 1393/2007, de 29 de octubre (BOE núm. 260, de 30 octubre 2007), por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales es una tarea que tendrán que abordar todas las universidades de cara a la posterior evaluación por la ANECA para mantener la acreditación de sus títulos de grado. En este trabajo se ilustra el protocolo que se ha diseñado y ejecutado para evaluar dichas competencias en los tres títulos de grado de la Universidad Politécnica de Madrid relacionados con la informática: Grado en Ingeniería de Computadores, Grado en Ingeniería del Software y Grado en Ingeniería Informática.

*Keywords-component; competencias básicas, evaluación, diseño de pruebas, análisis de facetas*

## I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de competencias o resultados de aprendizaje es una cuestión clave en la implantación del ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System), puesto que, como indica la Guía del Usuario del ECTS [1] los créditos se reconocen cuando la evaluación demuestra que las competencias que se esperaba desarrollar se han adquirido. Así pues, la evaluación de dichas competencias es el criterio para el reconocimiento de créditos.

El trabajo que aquí se presenta se enmarca en el desarrollo de un proyecto cuyos objetivos son, para distintas titulaciones y niveles académicos: 1) la elaboración de procedimientos de evaluación de las cinco competencias básicas contenidas en el RD 1393/2007 [2], que se supone que cualquier titulado universitario debe haber desarrollado; y 2) la comprobación de algunas garantías básicas de dichos procedimientos que cualquier sistema de evaluación debe asegurar. Todo con el fin de proporcionar datos fiables y válidos, especialmente si tiene consecuencias para los implicados. Así, se han elaborado procedimientos tanto generales como específicos para las 4 titulaciones que han participado, una por cada rama de conocimiento de las 5 que recoge el citado RD [2]: Biología, Económicas, Informática y Psicología. La evaluación de los resultados de aprendizaje en distintas titulaciones permite algunas comparaciones de interés. A continuación, estos procedimientos se han utilizado con muestras de las 4 titulaciones y de varios centros por cada titulación. Así, se han analizado las siguientes garantías: fiabilidad interjueces, validez discriminante y equidad de las medidas.

El diseño de los procedimientos ha supuesto: 1) un análisis minucioso de las distintas facetas que presentan las competencias a cubrir; 2) la elaboración de unas pruebas que midieran esas facetas según los distintos grados de desarrollo del alumno a lo largo de los estudios, tanto desde el punto de vista general como específico de cada titulación; y 3) el establecimiento de unos criterios de evaluación que facilite la objetividad de la corrección.

Esta comunicación presentará algunos ejemplos de las tareas elaboradas para esta evaluación así como los resultados, disponibles hasta la fecha, de aplicar los procedimientos de evaluación diseñados a las titulaciones de grado de Informática (Grado en Ingeniería de Computadores, Grado en Ingeniería del Software y Grado en Ingeniería Informática). Los sujetos sobre los que se ha realizado el experimento es una muestra de alumnos de nuevo ingreso en dos centros universitarios distintos: Escuela Universitaria de Informática y Facultad de Informática, ambos de la Universidad Politécnica de Madrid. El total de la muestra es superior a los 200 sujetos y la proporción entre hombres y mujeres es similar a la media existente en los estudios universitarios de la rama de Ingeniería y Arquitectura. Se discutirán las características de la experiencia con estos procedimientos y las dificultades prácticas que se han encontrado. Finalmente, se proponen algunas sugerencias prácticas de interés para el uso de estos procedimientos en cualquier centro que imparta títulos de grado de Informática y que se espera sean generalizables a otras titulaciones de la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura.

## II. COMPETENCIAS

En el Proyecto Tuning [3] se indica que la competencia es la combinación dinámica de atributos –respecto al conocimiento, a su aplicación, a las actitudes y responsabilidades– que describe los resultados de un proceso educativo, o como los aprendices son capaces de actuar al final de un proceso educativo.

En el contexto de la universidad española, el RD 1393/2007 establece en su Anexo I, artículo 3.2 que se garantizarán, como mínimo las siguientes competencias básicas, en el caso del Grado, y aquellas otras que figuren en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior, MECES:

[CB1] *Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio;*

[CB2] *Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio;*

[CB3] *Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;*

[CB4] *Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado;*

[CB5] *Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.*

### III. CONTEXTO DEL PROYECTO

El trabajo aquí presentado forma parte de las tareas que se están realizando en el contexto del “Proyecto piloto de evaluación de resultados de aprendizaje en distintos campos de conocimiento”. Este proyecto se planteó dentro del equipo de expertos de Bolonia [4] con la colaboración de una serie de universidades y centros. Su principal objetivo era adquirir experiencia en la evaluación de resultados de aprendizaje, diseñar algunos procedimientos de evaluación para distintas áreas disciplinares y probar algunas de sus características como instrumentos de medida. Prioritariamente, se trataba de comprobar cómo facilitar el acuerdo entre evaluadores, garantizando con ello la objetividad de los procedimientos. En segundo lugar, se perseguía comprobar la validez de las tareas diseñadas por distintas vías. Todo ello, con el fin último de establecer estándares y de comprobar en qué medida reflejaban el progreso entre niveles académicos sucesivos.

Se partió para ello de las competencias básicas descritas en el RD1393/2007 que, por definición, todos los titulados universitarios de grado deben haber alcanzado y son, por lo tanto, comunes a cualquier titulación. Este hecho planteaba dos cuestiones adicionales: por una parte, cuáles son las particularidades de la evaluación de los resultados de aprendizaje en distintas disciplinas. Y, por otra, si se utilizaban procedimientos iguales o similares en todas las áreas para evaluar objetivos comunes, cabía preguntarse si los criterios se utilizaban del mismo modo. O, en otras palabras, si se estaban utilizando de forma equitativa.

### IV. MÉTODO

#### A. Participantes

Se seleccionó una titulación de cada rama de conocimiento, aunque no se obtuvieron voluntarios para participar en el Artes y Humanidades, por lo que quedaron

únicamente representados Ciencias, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales e Ingenierías. Igualmente, se trató de contar con al menos dos centros de cada titulación pertenecientes a dos universidades distintas, de manera que pudieran establecerse algunas comparaciones de interés. Y dentro de cada uno de estos centros, se decidió comenzar con los estudiantes de primer curso de grado. La Tabla I describe las universidades y titulaciones que finalmente están participando en el estudio.

TABLA I. UNIVERSIDADES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO PILOTO

Universidades	Titulaciones			
	Económicas	Biología	Informática	Psicología
Autónoma de Madrid				X
Cantabria	X		X	
Jaén		X		X
Politécnica de Madrid			X	
Valencia	X	X		X

Cabe señalar que la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) contribuye con cuatro titulaciones distintas de Informática: Grado en Ingeniería del Software, Grado en Ingeniería de Computadores, Grado en Ingeniería Informática y Grado en Matemáticas e Informática. Los dos primeros grados impartidos en la Escuela Universitaria de Informática (EUI) y los dos últimos en la Facultad de Informática (FI). Aquí se expondrá lo que se ha llevado a cabo en estos dos centros de Informática de la UPM. En la Tabla II se indica el número de estudiantes que participaron en las pruebas.

TABLA II. ESTUDIANTES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO PILOTO

Titulación	Hombres	Mujeres	Total	Tareas realizadas				
				1	2	3	4	5
II, MI	206	43	249	X		X	X	
IC	2	2	4	X	X	X	X	X
IS	12	4	16	X	X	X	X	X

II: Graduado en Ingeniería Informática; MI: Graduado en Matemáticas e Informática  
 IG: Graduado en Ingeniería de Computadores  
 IS: Graduado en Ingeniería del Software

#### B. Procedimiento

Para cada una de las cinco competencias a evaluar, se han diseñado pruebas generales y específicas. Las primeras las realizarán todos los estudiantes, independientemente de los estudios que estén cursando. Las segundas son específicas de cada titulación. Además, las pruebas diseñadas tienen dos variantes: una de ellas para aplicarla al principio del curso (N0) y la otra para aplicarla al final del mismo (N1). Se ha realizado un análisis de las facetas involucradas en cada competencia.

#### C. Medidas e Instrumentos

En la Tabla III se indican las pruebas (generales y específicas) elaboradas para pasar, al principio del primer cuatrimestre del primer curso, a los estudiantes de los títulos de grado en informática. En este epígrafe se describirá, a título ilustrativo, dos de las pruebas específicas elaboradas para medir las competencias básicas 2 y 3. La descripción de cada

una de estas pruebas tiene 4 partes: descripción de las facetas, texto de la prueba, tareas a realizar y criterios de evaluación.

TABLA III. ÍNDICE DE PRUEBAS ELABORADAS PARA INFORMÁTICA

N0	Genéricas	Específicas Informática
CB1	Investigación científica	Inteligencia ubicua
CB2	Acertijo de Einstein	Bucles en programación
CB3	¿Consumir, no consumir?	Dilema ético con datos
CB4	Redes sociales	Lenguaje de programación
CB5	Tormenta de verano	Virus informático

1) *Bucles en programación (CB2)*: Las facetas que intervienen en esta competencia son:

1. Presentación y argumentación de un punto de vista o posición
  - a) Entender dos o más posiciones implicadas
  - b) Identificar puntos de discordancia
  - c) Identificar la información necesaria para fundamentar una posición
  - d) Estructurar la información necesaria
  - e) Presentar la información en el formato idóneo
  - f) Habilidades de comunicación
2. Resolución de problemas
  - a) Identificar el problema
  - b) Elaborar estrategias de resolución
  - c) Determinar la información necesaria
  - d) Aplicación del conocimiento
  - e) Evaluación de la bondad de la solución.

Como los sujetos objeto de la prueba serían estudiantes de primero de cualquier grado de informática, se seleccionó una materia que estuviese en el primer semestre del primer curso de todos los títulos de grado de informática. La materia seleccionada fue Programación. El texto elaborado para la prueba se detalla a continuación: “En un campeonato de fútbol, para realizar el seguimiento estadístico de un determinado jugador, se fueron contabilizando la cantidad de goles marcados por él a lo largo de los diferentes partidos de la competición. El número de goles por partido, enteros positivos o nulos, fueron grabados en un sistema informático. Se trata de escribir un programa, con una estructura repetitiva, que lea los números de goles y muestre la cantidad total de goles marcados por este jugador. A continuación se indican varios ejemplos de cómo es la entrada y la salida a generar.

Entrada:	Salida:
3 5 0 4 0 -1	Número de goles: 12
Entrada:	Salida:
0 -1	Número de goles: 0
Entrada:	Salida:
-1	Número de goles: 0

El valor -1 es una marca de final de datos, no es un dato. La marca de final de datos siempre está.”. Con el objeto de cubrir el máximo número de facetas, se elaboraron las siguientes preguntas en relación con el texto anterior:

1. Determine dentro de las sentencias repetitivas qué tipo de bucle seleccionaría, (contador, centinela...) explíquelo y justifique por qué lo utilizaría.
2. ¿Cuál es la condición que termina el bucle?
3. ¿Cómo debe iniciarse y actualizarse la variable asociada a dicha condición?
4. ¿Cuál es el proceso que se repite?
5. ¿Cómo debe iniciarse y actualizarse el proceso?
6. Se ha cambiado la entrada de datos y ésta es el número de goles marcados en cada partido sabiendo que se han jugado 5 partidos. Por ejemplo:

Entrada:	Salida:
3 5 0 4 0	Número de goles: 12

- a. ¿Qué tipo de bucle seleccionaría, (contador, centinela...) y por qué?
- b. ¿Qué le impide aplicar el tipo de bucle del apartado anterior y por qué?

En cuanto a los criterios de evaluación se decidió que las respuestas a las preguntas 1, 6a y 6b valen cada una 2 puntos. El resto de preguntas vale cada una 1 punto (para un total de 10 puntos). La prueba exige conocimientos de estructuras de control pero expresadas en lenguaje natural. La prueba se realizó la tercera semana de octubre cuando los estudiantes ya habían adquirido estos conocimientos.

2) *Dilema ético con datos (CB3)*: Las facetas que intervienen en esta competencia son:

1. Identificación del problema
2. Formular preguntas y objetivos
3. Planificar un proceso de análisis sistemático
4. Capacidad para seleccionar fuentes de información, recoger datos e información relevantes al problema
5. Elaboración de argumentos sólidos utilizando dicha información
6. Capacidad de reflexión sobre implicaciones científicas/sociales/éticas de los argumentos desarrollados y valoración crítica de las mismas (pensamiento crítico)

Las pruebas diseñadas versan sobre un dilema ético a la hora de seleccionar de entre un conjunto de ofertas de equipamiento informático. Junto con el texto de la prueba se acompañan tres documentos: Extracto de artículos del código ético del IEEE, Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal y Código ético redactado por la IEEE CS/ACM. El texto de la prueba es el siguiente: “Marvin Miller trabaja como asesor privado. Los negocios pequeños lo contratan para asesorarles sobre sus necesidades informáticas. Habitualmente, una empresa le pide examinar las operaciones de la empresa, evaluar sus necesidades de informatización y hacer recomendaciones sobre la clase de hardware y software que deben comprar. Hace poco, Marvin fue contratado por un pequeño hospital privado que tenía particular interés en actualizar su ordenador actual. El hospital prioriza la capacidad de almacenamiento frente a velocidad (aunque esto también es importante). El hospital pidió a Marvin que evaluara las propuestas que habían recibido de tres empresas de software (ofertas A, B y C). Marvin examinó las ofertas con cuidado. Consideró qué

sistema cumpliría mejor las necesidades del hospital, qué empresa había ofrecido el mejor precio, etc. Concluyó que la oferta B era la mejor alternativa para el hospital e hizo esta recomendación en su informe explicando las razones por las cuales había llegado a esta conclusión. Lo que Marvin no mencionó (en ningún momento durante su trato con el hospital) fue el hecho de que él era socio copropietario de la empresa que formuló la oferta B.

Oferta A.- Equipo informático de sobremesa. (400€ + 150€ de monitor/teclado/ratón). Características: modelo ASRock ION 330PRO; procesador Intel® Atom 330 (1.6 GHz); memoria RAM 2.048 MB DDR2 (2 módulos de memoria), ampliable a 4.096 MB; disco duro 320 GB.

Oferta B.- Equipo servidor. (650 € + 100 € de monitor/teclado/ratón). Características: Systema Gold BG10; procesador Intel® Procesador Core™ i5-750 (2,66 GHz); memoria RAM 4.096 MB DDR3-1.333 (2 módulos), 8.192 MB instalables; 4 discos duros 2.000 GB, SATA.

Oferta C.- Equipo informáticos de sobremesa. (500€ + 150€ de monitor/teclado/ratón). Características: modelo Systema Ruby J901; procesador AMD Phenom II X2 550 (3,1 GHz); memoria RAM 1024 MB DDR2-800 (2 módulos de memoria), ampliable a 4096 MB; disco duro 750 GB, SATA”.

Con el objeto de cubrir el máximo número de facetas, se elaboraron las siguientes preguntas en relación con el texto anterior:

1. ¿Qué oferta le parece que cumple mejor las necesidades del hospital? ¿Por qué?
2. ¿Qué problemas éticos aparecen en el caso y qué valores entran en conflicto?
3. Identificar de forma razonada los artículos de los documentos disponibles aplicables a esta situación
4. ¿Fue ético el comportamiento de Marvin? ¿Debería haber revelado su relación con una de las empresas?

Los criterios de evaluación utilizados fueron los siguientes:

- Evaluación correcta de la mejor oferta 30% (pregunta 1)
- Identificación del problema 15% (pregunta 2)
- Capacidad para seleccionar fuentes relevantes al problema 15% (pregunta 3)
- Elaboración de argumentos sólidos 20% (pregunta 4)
- Capacidad de reflexión sobre implicaciones científicas/sociales/éticas y formular preguntas y objetivos 20% (preguntas 2 y 4)

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este momento estamos corrigiendo las tareas realizadas por los estudiantes. La muestra en el total de titulaciones ronda los 650 estudiantes. Se están iniciando los procesos de verificación de parámetros tales como la equidad, la fiabilidad interjueces y la validez del análisis efectuado sobre las facetas de cada competencia.

### A. Dificultades curriculares para la realización de las pruebas

Como ya se ha indicado las pruebas se realizaron en la Escuela Universitaria de Informática (EUI) y en la Facultad de

Informática (FI), ambos centros de la UPM. En cuanto a la EUI, el primer problema encontrado fue la falta de previsión de un tiempo y un lugar específicos en el plan de estudios de estas titulaciones para realizar estas actividades. Pretender que los profesores cedieran parte del tiempo ya programado de sus asignaturas para albergarlas no tuvo éxito, en parte porque aún no está realmente bien asentada una conciencia común de tener que evaluar competencias. Si bien se podría haber colocado alguna de las pruebas específicas en alguna asignatura afín, definitivamente no se encontró hueco para las pruebas generales. Todo esto obligó a realizar las pruebas fuera del horario lectivo y, por tanto, a recurrir a la voluntariedad de los alumnos. A pesar de una intensa campaña publicitaria y de la oferta de 1 ECTS por la realización de todas las pruebas (N0 y N1) solo se consiguió captar una pequeña muestra de los alumnos de nuevo ingreso de primero (un 22% de los de Ingeniería del Software y un 11% de los de Ingeniería de Computadores): 20 alumnos en total. Aún así se realizaron todas las pruebas previstas para el nivel 0 empleando en ello 6 horas. Para las del nivel 1 se previó lo mismo y se confía en que la recompensa del crédito garantice la realización de las pruebas por los mismos sujetos.

En el caso de la FI existía una ventana curricular para los alumnos de nuevo ingreso que permitía la realización de actividades como las que aquí nos ocupan. Realizaron las pruebas cerca de 250 estudiantes. Por imperativo del diseño del experimento, los estudiantes realizaron las pruebas relacionadas con las competencias básicas 1, 3 y 4.

### B. Fiabilidad y Validez

En cuanto a la fiabilidad se refiere se aportarán datos sobre el acuerdo entre evaluadores que corrigen las mismas pruebas. Además se aportarán datos sobre la consistencia interna de las tareas (depuración de las preguntas). Por lo que respecta a la validez se aportarán datos sobre el análisis de las facetas realizadas por expertos del área.

## VI. CONCLUSIONES

El proceso de evaluación descrito en este trabajo supone un proyecto piloto sobre una tarea que cada Universidad española deberá emprender antes o después. La verificación de los títulos de grado por parte de la ANECA y el interés de la propia Universidad en comprobar si el perfil competencial de sus egresados se ajusta al modelo educativo definido por la institución, son dos potentes motores que impulsan y justifican la evaluación de competencias transversales.

## REFERENCIAS

- [1] Guía del usuario del ECTS. Recuperado el 17 de diciembre de 2010 [ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/ects/guide\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc/ects/guide_es.pdf)
- [2] Ministerio de Educación y Ciencia, “REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales”, BOE núm. 260, de 30 octubre 2007, pp. 44037-44048.
- [3] Tuning Educational Structures in Europe. Recuperado el 28 de febrero de 2011 desde (<http://www.unideusto.org/tuning>)
- [4] Expertos BET. <http://www.expertosbet.es>