

Propuesta de créditos ECTS para la asignatura de Programación de primer curso de Ingeniería

Xavier Canaleta, David Vernet

Dpto. de Informática
Enginyeria i Arquitectura La Salle
Universitat Ramon Llull
08022 Barcelona
e-mail: {xavic,dave}@salleurl.edu

Resumen

En esta ponencia pretendemos analizar la aplicación del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (en adelante ECTS) a la asignatura de Programación de primer curso de Ingeniería. Nuestro estudio no tiene la ambición de adaptar toda una titulación universitaria ni un curso académico a los nuevos créditos ECTS, dado que estas complejas decisiones acostumbra a ser responsabilidad de los jefes de estudios y directores departamentales de la universidad. Nosotros tan solo tratamos de aportar nuestro grano de arena al ámbito de la asignatura de programación que, como profesores de la misma, nos es más conocido y cercano. Consideramos que nuestra experiencia nos ayudará a estimar más correctamente los parámetros que influyen en el cálculo y planificación del nuevo marco europeo en lo que a creditaje se refiere. Y, como nos ilustra Miguel Valero en su conferencia “¿Qué tienen que ver los créditos ECTS con el Tour de Francia?” [6] en las Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática del pasado año, no se trata solamente de adaptar los créditos sino de hacer una enseñanza basada en el aprendizaje. También pretendemos dar a conocer algunos métodos docentes, que ya estamos aplicando en primero de Ingeniería, que intentan fomentar algunos de los principios de docencia de calidad que el profesor Valero nos citaba.

De este modo, durante el presente curso hemos estado recopilando gran cantidad de información sobre el tiempo que nuestros alumnos dedican a la asignatura con el objetivo de estimar las cargas de trabajo que ésta conlleva y, así, realizar una valoración más exacta de los diferentes puntos a cuantificar para poder calcular el número de créditos ECTS que debe tener esta asignatura. De la misma manera, también estamos

evaluando los resultados de la aplicación de estos métodos docentes en diferentes asignaturas para ver las repercusiones que tienen tanto en resultados académicos, como en hábitos de trabajo del alumnado.

1. Introducción

El pasado 18 de septiembre de 2003 se publicó en el BOE, el Real Decreto 1125/2003 por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificación en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional [2]. Este Real Decreto de corta extensión (no llega a las dos páginas) sienta las bases sobre las cuales poder empezar a estudiar y desarrollar las adaptaciones de los actuales planes de estudio de las diversas titulaciones universitarias a los créditos europeos. En este Real Decreto hallamos una serie de aspectos que afectan a nuestra propuesta que merecen especial atención:

- Concepto de crédito: citando textualmente una parte del Artículo 3 “el crédito europeo es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en el territorio nacional”. En esta definición destacamos el concepto de trabajo del estudiante en frente del concepto de hora lectiva. Evidentemente, esto debe afectar a nuestra propuesta, tanto en el aspecto de

cómputo de créditos, como en el aspecto pedagógico.

- Criterios para el cómputo: en el apartado 3 del Artículo 4 se nos dice explícitamente que en la asignación de créditos a cada una de las materias se computará el número de horas de trabajo requeridas para la adquisición por los estudiantes de los conocimientos, capacidades y destrezas correspondientes. En estas horas se deben incluir las clases lectivas (tanto teóricas como prácticas), las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, prácticas y proyectos, y las exigidas para la realización de exámenes y pruebas de evaluación. Ya podemos avanzar que estos criterios son los que han traído más controversia, dada la complicada tarea de estimar el número de horas realizadas en ciertas tareas por parte del alumnado en los procesos de aprendizaje.
- Asignación de créditos: también en el Artículo 4 apartado 1 se determina que el número total de créditos establecido en los planes de estudios para cada curso académico sea de 60. Y en el apartado 4 se establece un mínimo de 36 semanas y un máximo de 40 para la duración del curso académico. Finalmente, en el apartado 5, se determina que el número mínimo de horas por crédito será de 25 y el máximo de 30. Todos estos baremos serán la base para realizar los cálculos de créditos ECTS para nuestra asignatura.
- Adaptación al sistema: la disposición transitoria única del Real Decreto nos informa que debemos estar adaptados al sistema europeo de créditos antes del inicio del curso académico del año 2010. El periodo de adaptación puede parecer extenso y la fecha límite lejana. Este aspecto será considerado una vez hayamos expuesto la mayor parte de nuestra ponencia.

El Real Decreto 1125/2003 lo citamos como referente por todo lo que comporta a nivel legal en el estado español. Pero, evidentemente, existen antecedentes que han contribuido a la creación de un espacio europeo de educación superior. Los programas ERASMUS (1989 - 1994) y SÓCRATES/ERASMUS (1995 - 2006) fueron las primeras líneas de actuación encaminadas a contribuir a la movilidad de estudiantes en el

espacio de la unión europea. Las declaraciones de la Sorbona (1998), de Bolonia (1999) [1] y Praga (2001) fueron los detonantes de los cambios académicos que se están produciendo. En nuestro país también tenemos ciertos referentes, como el Informe del Grupo Técnico Nacional de Expertos publicado en octubre de 2002 [4], en el cual se hace un análisis de la implantación de los créditos europeos y nos sirve de guía cuando nos encontramos ante la tarea de relacionar los créditos ECTS con el trabajo del estudiante, el sistema de calificaciones o la dedicación del profesorado.

A partir de estos datos intentaremos realizar una adaptación de nuestra asignatura de primer curso de Ingeniería a los créditos europeos tanto en el aspecto puramente numérico del creditaje como en los procesos docentes.

2. Método docente

En primer lugar, para realizar una estimación de créditos europeos para la asignatura de Programación, es necesaria una descripción de los métodos docentes que se están aplicando o se pretenden aplicar dentro de la misma con un doble objetivo: primero, determinar si éstos satisfacen los criterios para establecer un sistema educativo de calidad y, segundo, poder cuantificar adecuadamente el tiempo dedicado a cada uno de ellos con el fin de poder realizar el cómputo de créditos ECTS.

Así pues, vamos a enumerar y describir brevemente cada una de las actividades docentes que se desarrollan durante un curso académico y, también, evaluaremos si cumplen los criterios de calidad de docencia, a partir de los principios expuestos en la Tabla 1.

2.1. Clases lectivas

O también llamadas clases magistrales, donde el profesor explica los conceptos elementales de programación y realiza multitud de ejercicios de ejemplo. Ciertas interpretaciones acostumbra a sentenciar que las clases magistrales, aunque necesarias o imprescindibles, no tienen relación con ninguno de los principios de calidad de docencia expresados. En nuestra modesta opinión, si un profesor en sus clases lectivas no consigue estimular el contacto entre alumno y profesor

PRINCIPIOS DE LA DOCENCIA DE CALIDAD	
1	Estimula el contacto entre profesores y alumnos
2	Estimula la cooperación entre alumnos
3	Estimula el aprendizaje activo
4	Proporciona "feedback" a tiempo
5	Dedica tiempo a las tareas más relevantes
6	Comunica expectativas elevadas a los alumnos
7	Respeto los diferentes talentos y formas de aprendizaje

Tabla 1. Criterios para la docencia de calidad según Miguel Valero [6]

(principio 1) ni es capaz de comunicar expectativas elevadas a sus alumnos (principio 6), seguramente lo que necesita es un cambio en su manera de impartir la clase.

2.2. Prácticas de laboratorio

Se realizan sesiones semanales en las que los alumnos confeccionan programas sobre el ordenador aplicando a nivel práctico los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. En el presente curso académico, y con el objetivo de dar más calidad docente, cabe destacar el hecho de que los profesores de teoría colaboran con los monitores de prácticas en la realización de las mismas. De este modo, se crea un mayor nexo de unión entre sesiones teóricas y prácticas y, a la vez, potenciamos el contacto profesor - alumno (principio 1). Por otro lado, las prácticas se realizan en pareja y la calificación es la misma para los dos miembros del grupo, aunque las entrevistas en las entregas sean individuales. Con ello estimulamos la cooperación entre los alumnos (principio 2). En un intento de adaptación a la filosofía que propugna el aprendizaje activo, las sesiones de laboratorio del presente curso académico están mucho más dirigidas que las de otros años. Anteriormente se daba mucha más libertad de acción al alumno para que practicara a su antojo los puntos del temario que considerase que le hacían falta. Habitualmente el estudiante no aprovechaba las sesiones, no tan solo por no tener adquirido el hábito de trabajo en el laboratorio, sino, y aquí entonamos el *mea culpa*, porque tampoco era capaz por si solo de averiguar cuales eran las técnicas que no había asimilado. Con la experiencia que ya tenemos en la

asignatura hemos dedicado una parte de nuestro tiempo a preparar sesiones dirigidas, haciendo incidencia especial en aquellos conceptos y procedimientos de la algorítmica que son los más costosos de asimilar por parte del alumnado.

2.3. Evaluación continua

Como ya apuntábamos en el artículo "Iniciativas para motivar a los alumnos de Programación" presentado en las JENUI 2001 [5], la introducción de la evaluación continua ayuda al alumno a mantener un ritmo de trabajo constante durante todo el curso académico. Adicionalmente, les proporciona un mecanismo para conocer sus dificultades con cada uno de los temas explicados. Si un alumno descubre a tiempo que no ha asimilado un concepto o procedimiento puede consultar al profesor, solicitar más ejercicios de apoyo o buscar bibliografía sobre el tema. De este modo conseguimos aplicar el principio 4: proporcionar tanto al alumno como al profesor un *feedback* a tiempo para actuar sobre le problema. A la vez, esta información también nos permite descubrir cuáles son los puntos que plantean mayores dificultades a los alumnos en su aprendizaje y diseñar nuevas estrategias para mejorar su comprensión.

Las actividades que se desarrollan para poder realizar la evaluación continua son diversas y variadas. Citaremos las dos más destacadas:

- Ejercicio de la semana: es la actividad emblemática dentro de la asignatura de Programación de primero de Ingeniería en nuestra escuela. Consiste en la publicación en la web de la asignatura de un problema que

hay que resolver antes de una semana. Al cabo de 7 días se publica una posible solución del problema anterior y se propone un nuevo enunciado. La temática de los problemas coincide con contenidos explicados en las clases de teoría de esa semana. De esta manera, podemos focalizar las partes relevantes del temario y potenciarlas (principio 5).

- **Controles:** Mensualmente se realizan pequeñas pruebas, ya sean ejercicios cortos o exámenes tipo *test*, que sirven de indicativo al profesor y al alumno del nivel de conocimiento adquirido de la materia dada (principio 4). Estas pruebas también pueden realizarse en sesiones de laboratorio, lo que favorece la asistencia de los alumnos a las mismas.

Finalmente, vale la pena hacer unas cuantas consideraciones respecto a la calificación de la evaluación continua y su influencia en la nota final de la asignatura. El sistema de evaluación de la asignatura tiene en cuenta los exámenes, las prácticas y la evaluación continua. La nota final se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Final} = 75\% \cdot \text{Teoría} + 25\% \cdot \text{Prácticas}$$

donde la nota de teoría se obtiene de la nota de los exámenes más un incremento lineal de 0 a 2 puntos de la evaluación continua. Así pues, la evaluación continua en ningún caso afecta negativamente a la calificación del alumno, sólo premia su constancia y dedicación. Un alumno puede optar igualmente a la matrícula de honor sin la evaluación continua, demostrando sus conocimientos en los exámenes y prácticas. Los detractores de este sistema acostumbran a criticar el hecho de que un alumno pueda aprobar la teoría sacando únicamente un 3 en un examen. Referente a esta afirmación podemos concluir que, en nuestra experiencia docente, no se dan casos como el citado anteriormente. De hecho, los alumnos con notas cercanas al 2 en evaluación continua tienen notas superiores al 8 en los exámenes y que los alumnos que hayan aprobado gracias a la evaluación continua son alumnos cuya nota teórica rondaba el 4.50 (calificaciones que en otros sistemas de evaluación universitarios se denominan “compensables”).

Una última referencia al sistema de cálculo de la nota de la evaluación continua: hasta el momento, para este cómputo se realizaba una media ponderada de todas las notas recogidas posibles (ejercicios de la semana, controles, ejercicios de laboratorio etc.). Buscando métodos pedagógicos para intentar fomentar los principios 2 y 7, es decir, estimular la cooperación entre alumnos y ser conscientes de los diferentes talentos y velocidades de aprendizaje de nuestro alumnado, estamos a punto de hacer una prueba experimental con un nuevo sistema de trabajo que describimos a continuación:

- En primer lugar, dentro del grupo clase se pide a los alumnos que pretenden trabajar con la evaluación continua que formen grupos de 3 personas.
- Una vez se han creado todos los grupos, y nunca antes, (el profesor agrupa a aquellos alumnos que hayan quedado sin equipo) el profesor explicará el método de trabajo y calificación para ese período de tiempo.
- El sistema consiste en llevar dos notas en paralelo: la individual y la de grupo.
- La nota individual se obtendrá haciendo el promedio ponderado de las notas obtenidas de los diferentes controles.
- Con las mismas notas de los controles individuales se hará la media aritmética y se obtendrá también para ese control una nota de grupo.
- Además, se proponen ejercicios a resolver directamente en grupo de los cuales se obtiene una calificación únicamente grupal.
- La nota final de grupo se obtiene realizando el promedio ponderado de todas las notas de grupo.
- Finalmente, la nota de evaluación continua se calcula haciendo la media geométrica de la nota individual y la nota de grupo.

Este sistema de evaluación continua fue propuesto por José Antonio Montero, profesor de Álgebra de primero de Ingeniería de nuestra escuela, quien está realizando un gran trabajo para dar a conocer estos métodos innovadores y extenderlos a todas las asignaturas de primer curso [3]. Con este método la cooperación dentro del grupo es mucho más acentuada, ya que los resultados de cada uno de ellos afectan a la nota de grupo y ésta repercute

en la nota final individual. El único aspecto que nos producía cierta reticencia era la posibilidad que los grupos se formaran por capacidad intelectual de los alumnos, es decir, que hubiera grupos de alumnos muy brillantes y otros cuyos componentes tuvieran dificultades de aprendizaje. Es por ello que, como hemos explicado, primero se forman los grupos y posteriormente se explica el sistema de evaluación. De todos modos, la experiencia del profesor Montero indica que los alumnos de primer curso suelen agruparse por amistad y no por sus capacidades intelectuales, por lo que nuestra preocupación desaparece.

3. Estimación de créditos ECTS

El sistema de créditos europeo mide el tiempo de dedicación del alumno (*workload*). Una vez descritas todas las actividades que afectan al estudiante y admitiendo la idea de alumno medio, el cómputo del trabajo del estudiante universitario puede relacionarse de forma matemática con los créditos siempre y cuando las estimaciones de estas cargas están razonablemente bien realizadas. Esta era una de nuestras preocupaciones principales. Y gran parte de nuestros esfuerzos este curso académico van encaminados a obtener suficiente información para realizar una estimación fiable y real.

Así pues, para cualquier actividad que tenga que realizar nuestro alumnado, nosotros les solicitamos el tiempo de dedicación a la misma. Para no ser demasiado tediosos, presentaremos aquí únicamente los resultados obtenidos de los datos recogidos el primer trimestre del presente curso académico 2003/2004 de la actividad que hemos citado anteriormente como "ejercicio de la semana". También estamos en proceso de

recogida de datos del tiempo de dedicación a las 3 prácticas que han de realizar los alumnos de Programación durante el curso, de tareas de repaso y preparación de exámenes, etc. Esperamos poder presentar más resultados al final del curso académico y así poder dar aún más exactitud a los cálculos de tiempo realizados para poder estimar con más fiabilidad la dedicación del alumnado a dichas tareas.

La Tabla 2 presenta la estadística de los ejercicios de la semana realizados por los grupos D y F de primer curso de Ingeniería de la escuela de Ingeniería i Arquitectura La Salle de la Universitat Ramon Llull de Barcelona. Hemos escogido estos dos grupos dado que uno tiene horario de mañana y otro de tardes, y nuestra experiencia nos dice que la tipología y el comportamiento del estudiante es diferente. Sobre estos datos se pueden extraer una serie de conclusiones:

- El número de estudiantes durante el primer trimestre se ha mantenido estable en ambos grupos (74 alumnos en el grupo de mañanas y 63 en el grupo de tardes). Citamos esto como destacable, ya que en otras ocasiones se han detectado bajas durante este mismo período.
- El porcentaje de entregas de ejercicios de evaluación continua es muy diferente en el grupo D, un 73% de los estudiantes, que en el grupo F, solamente un 44%. Como anticipábamos, esto es debido a que el tipo de alumno que se matricula al grupo de tarde acostumbra a ser una persona que no dedica todo su tiempo a la carrera universitaria (acostumbran a ser individuos que tienen media jornada laboral). Por otro lado, no es menos cierto que los hábitos de los estudiantes

		EJ1	EJ2	EJ3	EJ4	EJ5	EJ6	EJ7	EJ8	EJ9	Med	Desv
Grupo F	Ej. entregados	33	39	39	27	20	31	30	19	17	28	8
	Total Alumnos	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	0
	% entrega	51%	60%	60%	42%	31%	48%	47%	30%	27%	44%	13%
	Media Aritmética	16	26	32	68	86	71	69	36	28	48	25
	Desviación std	9	20	27	55	59	61	35	19	15	34	20
Grupo D	Ej. entregados	59	61	60	60	47	55	43	54	50	54	6
	Total Alumnos	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	0
	% entrega	80%	82%	81%	81%	64%	74%	58%	73%	68%	73%	9%
	Media Aritmética	23	28	33	59	72	72	72	46	30	48	21
	Desviación std	16	18	23	38	39	37	29	30	15	27	9

Tabla 2. Estadística de los ejercicios de la semana (primer trimestre 2003/2004)

diurnos es diferente que el de los nocturnos. Existe más absentismo en los grupos nocturnos que diurnos, debido a que las alternativas al estudio en los horarios matinales son más reducidas.

- El promedio de tiempo dedicado al ejercicio de la semana durante el primer trimestre es de 48 minutos para ambos grupos. Mención especial merece el alto valor en la desviación estándar: 25 y 21 minutos para los grupos F y D respectivamente.
- Cuando aumenta la dificultad de los ejercicios aumenta el tiempo dedicado a resolverlos y, sobre todo, se disparan los valores de la desviación estándar.
- Las desviaciones de los porcentajes de entrega no son muy elevadas, lo que nos indica que el alumno que decide seguir el sistema de evaluación continua no suele abandonarlo y es constante en su empeño (este era nuestro objetivo).

Una vez analizados estos resultados, sólo nos queda por decidir qué carga semanal asignamos al estudiante de Programación que realiza el ejercicio de la semana. Dado que la media aritmética es de 48 minutos por ejercicio pero existe una considerable desviación (de 25 minutos en un grupo y 21 minutos en el otro) consideramos adecuado estimar la carga de trabajo en 60 minutos.

Así pues, siguiendo esta técnica de cómputo podríamos estimar de manera bastante fiable el tiempo de dedicación del estudiante necesario para nuestra asignatura. Un resumen de este cálculo lo recoge la Tabla 3. Según la relación encontrada obtenemos un total de 335 horas lo que suponen unos 11 créditos ECTS (11,17 para ser exactos) si determinamos como valor de un

crédito ECTS el máximo valor que permite el Real decreto 1125/2003, es decir, 30 horas por crédito.

Esta relación cuadra bastante, ya que parece estar dentro de la línea a seguir. Decimos esto, porque si un curso académico ha de tener 60 créditos según el Artículo 4 apartado 1 del Real Decreto y habitualmente un curso suele tener 5 o 6 asignaturas, parece lógico pensar que cada asignatura le corresponderán alrededor de 10 - 12 créditos ECTS. Si multiplicamos por las 30 horas de cada crédito, nuestra asignatura debería de tener un *workload* entre 300 y 360 horas.

4. Conclusiones

Se ha presentado en esta ponencia una propuesta de adaptación de la asignatura de Programación de primero de Ingeniería. Nos hemos centrado, principalmente, en criterios de calidad de docencia más que en el puro cómputo de créditos ECTS. Creemos que los cambios que proponemos significan un esfuerzo para el profesorado en organización y planificación. De todas formas, hemos llegado a la conclusión que el buen docente ya está aplicando muchas de las técnicas que nos marca el sistema europeo de créditos.

Por otro lado, consideramos que es sano realizar una revisión a fondo de nuestros métodos docentes cada cierto tiempo, teniendo herramientas como los criterios de calidad docente para poder evaluarlos y modificarlos si cabe según la realidad cambiante de nuestro alumnado.

La problemática del cómputo de créditos creemos que es un problema a tener en cuenta, no por el cálculo en sí, sino por la dificultad de realizar una estimación fiable de la carga de trabajo del estudiante sin tener datos concretos en los que basarnos para poder hacer tal medición.

	Carga de trabajo	Semanas	Horas semanales	Total horas
1	Horas lectivas (classes de teoría)	35	4	140
2	Horas de laboratorio	25	2	50
3	Ejercicios de la semana	25	1	25
4	Controles de Evaluación Continua			6
5	Exámenes Finales			9
6	Realización de prácticas			70
7	Horas de estudio	35	1	35
	Total Horas			335

Tabla3. Carga de trabajo para un alumno de Programación.

Referencias

- [1] “Declaración de Bolonia”, Ministros de Educación europeos, Junio de 1999.
- [2] “Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre”, BOE nº 224, 18 de septiembre de 2003.
- [3] Montero, J.A. Martínez, E. Morán, J.A., Alías, F. Alsina, R.M. Vicent, Ll. “La transición metodológica en aulas universitarias: ¿una necesidad?”, IV Congreso Internacional Virtual de Educación (CIVE 2004), en impresión, febrero 2004.
- [4] Pagani, R. González, J. “El crédito europeo y el sistema educativo español”. Grupo técnico nacional de expertos, Octubre 2002.
- [5] Salamó, M. Camps, J. Vallespi, C. Vernet, D. Llorà, X. Bernadó, E. Garrell J.M. González, X. “Iniciativas para motivar a los alumnos de Programación”, Actas de las VII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2001), páginas 329 a 334, marzo de 2001.
- [6] Valero, M. “¿Qué tienen que ver los créditos ECTS con el Tour de Francia?”, Conferencia de las JENUI 2003, Cádiz, Julio 2003.