

09-004

## ESTIMATION OF THE WORKLOAD OF ENGINEERING STUDENTS USING A MATHEMATICAL MODEL

*Conesa Pastor, Julián*<sup>(1)</sup>; *García Cascales, M. Socorro*<sup>(1)</sup>; *García Martín, Antonio*<sup>(1)</sup>;  
*Solano Fernández, Juan Pedro*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Politécnica de Cartagena

The workload is one of the aspects that can significantly affect the academic results of university students. To avoid this, ANECA requires universities to develop tools to establish horizontal coordination of the subjects taught in each of the four-month periods of each degree. The Polytechnic University of Cartagena (UPCT) has opted for the use of a joint schedule in which the activities to be carried out in each of the four-month periods of the degree are collected, with the objective of detecting specific workloads due to the concentration of activities in the same period of the four-month period. It is a useful tool, but it does not provide information on the actual distribution of the student's workload. This paper presents a mathematical model that, based on the information introduced in the joint schedule, facilitates and improves horizontal coordination by quantitatively simulating the workload of students in each four-month period, thus allowing to optimize the distribution of the same modifying the dates defined for each of the activities. The model has been successfully applied in High Technique School the Industrial Engineering.

*Keywords: workload; horizontal coordination; mathematical models; schedule; academic management*

## ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO

La carga de trabajo es uno de los aspectos que pueden afectar significativamente a los resultados académicos de los estudiantes universitarios. Para evitarlo, ANECA exige a las universidades que desarrollen herramientas que permitan establecer una coordinación horizontal de las asignaturas impartidas en cada uno de los cuatrimestres de cada titulación. En la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) se ha optado por el uso de un cronograma conjunto en el que se recogen las actividades a realizar en cada de uno de los cuatrimestres de la titulación, con el objetivo de detectar cargas puntuales de trabajo debidas a la concentración de actividades en un mismo periodo del cuatrimestre. Es una herramienta útil, pero que no aporta información sobre la distribución real de la carga de trabajo del estudiante. En este trabajo se presenta un modelo matemático que, partiendo de la información introducida en el cronograma conjunto, facilita y mejora la coordinación horizontal al simular de forma cuantitativa la carga de trabajo de los estudiantes en cada cuatrimestre, permitiendo de este modo optimizar la distribución de la misma modificando las fechas definidas para cada una de las actividades. El modelo ha sido aplicado con éxito en la ETS de Ingeniería Industrial.

*Palabras clave: carga de trabajo; coordinación horizontal; modelos matemáticos; cronograma; gestión académica*

Correspondencia: Julián Conesa Pastor [julian.conesa@upct.es](mailto:julian.conesa@upct.es)



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

Uno de los factores más cruciales en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios es la carga de trabajo (Chambers, 1992). Una carga de trabajo excesiva o distribuida de forma irregular puede afectar de forma significativa a los resultados académicos y, no menos importante, condicionar el enfoque con el que los estudiantes se enfrentan al aprendizaje (Giles, 2009; Kember y Leung, 2009; Biggs y Tang, 2011). Los procedimientos de coordinación horizontal de los títulos intentan asegurar una distribución racional de la carga de trabajo a lo largo de cada cuatrimestre, evitando picos de trabajo que pueden afectar negativamente al rendimiento académico. Para conseguir esto, hace falta implementar dos acciones complementarias:

1. Asegurar que la carga de trabajo asignada a una asignatura dentro de un cuatrimestre es conforme a lo especificado en el plan de estudios.
2. Planificar la distribución temporal de las actividades de enseñanza y aprendizaje - particularmente aquellas vinculadas a la evaluación sumativa- con el objetivo de evitar interferencias entre ellas, picos de trabajo y desequilibrios en la distribución de la carga.

Una programación inadecuada de las actividades de enseñanza y aprendizaje causa un desajuste en la carga de trabajo de los estudiantes. Como resultado, algunas semanas del cuatrimestre pueden verse sobrecargadas por un número demasiado alto de tareas, mientras que otras semanas pueden quedar vacías de actividades. Un desajuste típico ocurre en las últimas semanas del cuatrimestre, típicamente sobrecargadas, ocasionando un alto riesgo de estrés entre los estudiantes (Pitt et al., 2008). Además, los estudiantes suelen experimentar varios periodos de exceso de carga de trabajo a lo largo de sus estudios universitarios, que generan importantes distorsiones en sus relaciones sociales (Dixon, Shelleyann y Dixon, 2007).

Con el objetivo de facilitar el despliegue de la acción 2 expuesta más arriba, los autores han propuesto el cronograma conjunto (García Martín et al., 2015). Este cronograma recoge todas actividades no convencionales -aquellas distintas de las clases magistrales y sesiones de prácticas- que programan los profesores de las distintas asignaturas que se imparten en un mismo curso y cuatrimestre. Entre estas actividades, se incluyen los exámenes parciales y finales, la entrega de trabajos e informes de laboratorio, las presentaciones orales y cualquier otra tarea que involucra una carga de trabajo considerable para el estudiante medio.

Dependiendo de su intensidad, estas actividades se clasifican en cuatro niveles de carga de trabajo: bajo, medio alto, y muy alto (siendo estas dos últimas las asignadas a los exámenes parciales y finales, respectivamente). La definición de la intensidad de carga de trabajo de una actividad es llevada a cabo por el profesor responsable de la asignatura durante una reunión de coordinación horizontal al comienzo del cuatrimestre, basándose en la descripción detallada de su Guía Docente.

El uso del cronograma conjunto (ver figura 1) permite identificar de un vistazo aquellos días o semanas en los que se solapan varias actividades, permitiendo evaluar si esto puede incurrir en un exceso de carga de trabajo. El procedimiento de coordinación horizontal permitiría reformular la planificación de actividades, con el objetivo de evitar, en la medida de lo posible, los solapamientos detectados.

A pesar de que se defina adecuadamente la programación de las actividades de enseñanza y aprendizaje, este tipo de cronograma conjunto no devuelve información acerca de cómo se distribuye la carga de trabajo de los estudiantes: debido a que cada actividad requiere una dedicación distinta, el estudiante medio distribuirá su tiempo en función del calendario de



distribución razonable de la carga de trabajo. El cronograma final que resulta de aplicar el procedimiento de coordinación horizontal permitirá reemplazar el cronograma original.

### 3. Metodología

Los datos empleados en este trabajo proceden de una encuesta semanal (figura 2) que se pasó en 12 asignaturas de distintos títulos, niveles y cursos en la Universidad Politécnica de Cartagena (García y García-León, 2017). En la encuesta se preguntaba a los estudiantes por el número de horas invertidas cada semana en las distintas actividades singulares recogidas en las Guías Docentes de las asignaturas analizadas. No se han tenido en cuenta las horas de clase y prácticas de laboratorio, sino únicamente aquellas horas dedicadas a la elaboración de entregables, informes, presentaciones orales, resolución de casos prácticos, estudio general de la asignatura, etc. La figura 2 muestra un ejemplo del cuestionario empleado, que incluye diferentes tipos de actividades para cada asignatura. Aparte de las columnas que representan las quince semanas presenciales del cuatrimestre, el cuestionario incluye una columna extra para el periodo de vacaciones (Semana Santa, en este ejemplo) y otra para el periodo de exámenes finales.

**Figura 2: Cuestionario empleado para la encuesta semanal sobre carga de trabajo**

Week: \_\_\_\_\_ Titling: \_\_\_\_\_ Course: \_\_\_\_\_  
 Student name: \_\_\_\_\_

Note: Take into account only the NON-PRESENTIAL hours you have dedicated to each activity and the tutorials.  
 NON-PRESENTIAL hours are those in which the teacher is not present

	Week	Exam period	Others																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
H: number of full hours	17-feb	24-feb	03-mar	10-mar	17-mar	24-mar	31-mar	07-abr	14-abr	21-abr	28-abr	05-may	12-may	19-may	26-may	02-jun	09-jun																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
M: additional minutes	23-feb	02-mar	09-mar	16-mar	23-mar	30-mar	06-abr	13-abr	20-abr	27-abr	04-may	11-may	18-may	25-may	01-jun	08-jun	13-jul																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Fecha de toma de datos	25-feb	04-mar	11-mar	18-mar	25-mar	01-abr	08-abr	13-abr	20-abr	29-abr	06-may	13-may	20-may	27-may	03-jun	08-jun																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Study of theory	H:																					M:																				Study of exercises / problems	H:																					M:																				Non-classroom work of classroom practices	H:																					M:																				Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																			
	M:																				Study of exercises / problems	H:																					M:																				Non-classroom work of classroom practices	H:																					M:																				Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																								
Study of exercises / problems	H:																					M:																				Non-classroom work of classroom practices	H:																					M:																				Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																													
	M:																				Non-classroom work of classroom practices	H:																					M:																				Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																		
Non-classroom work of classroom practices	H:																					M:																				Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																							
	M:																				Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																												
Making classroom practice reports	H:																					M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																	
	M:																				Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																						
Non-contact work with laboratory practices	H:																					M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																											
	M:																				Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																																																
Making laboratory practice reports	H:																					M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																																																																					
	M:																				Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																																																																																										
Tutorials	H:																					M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																																																																																																															
	M:																				Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Exam preparation	H:																					M:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	M:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Los resultados de la encuesta permitieron analizar distintos aspectos de la carga de trabajo en las asignaturas encuestadas, entre los que se encontraba el cálculo de las horas semanales que el estudiante medio dedicó a cada tipo de actividad (figura 3) y la distribución de la carga a lo largo del cuatrimestre (figura 4).

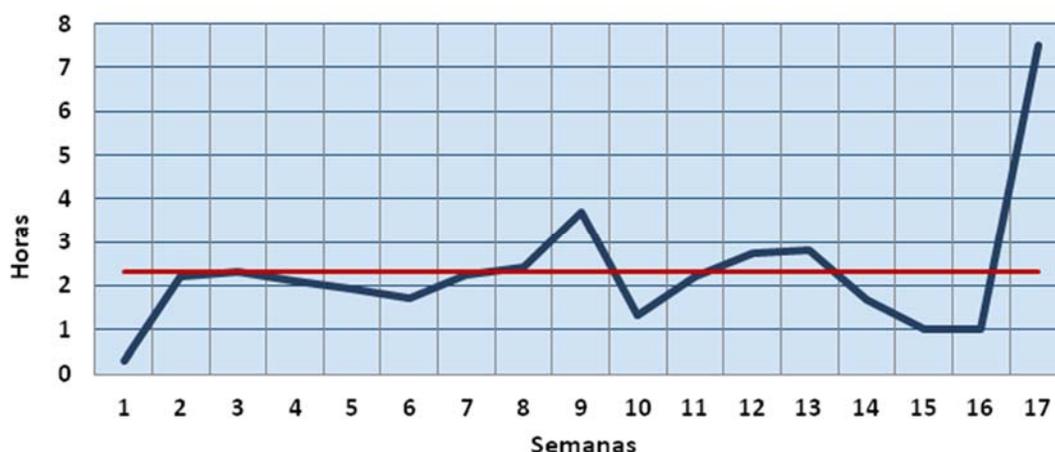
**Figura 3: Valores medios de horas dedicadas en una de las asignaturas estudiadas**

ACTIVIDAD	Media semana 1	Media semana 2	Media semana 3	Media semana 4	Media semana 16	Periodo de exámenes	TOTAL MEDIAS POR ACTIVIDAD
Estudio de teoría	0,20	0,55	0,63	0,39	0,50	2,00	9,99
Estudio de ejercicios/problemas	0,09	0,41	0,39	0,77	0,50	3,00	10,04
Trabajo no presencial de prácticas de aula	0,00	0,62	0,76	0,65	0,00	0,00	6,74
Realización de informes de prácticas aula	0,00	0,11	0,07	0,06	0,00	0,00	0,80
Trabajo no presencial con prácticas de laboratorio	0,02	0,36	0,44	0,09	0,00	0,00	6,17
Realización de informes de prácticas de laboratorio	0,00	0,16	0,05	0,16	0,00	0,00	2,10
Tutorías	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50
Preparación de exámenes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,92

Para analizar la relación existente entre el cronograma conjunto y la distribución de la carga de trabajo de los estudiantes se seleccionaron cuatro asignaturas cuatrimestrales en las que los resultados de la encuesta se consideran especialmente fiables, ya que no se obtuvieron valores anómalos de carga en ninguna de las actividades consideradas, la recogida de datos

pudo hacerse sin problemas, y el número de estudiantes que rellenó la encuesta fue suficiente. La tabla 1 muestra las asignaturas seleccionadas, identificadas por sus acrónimos, el número de actividades singulares consideradas en cada una de ellas y la intensidad asociada a cada actividad según su profesorado. En la asignatura TCM, por ejemplo, se realizó una actividad de intensidad baja, otra de intensidad media y dos de intensidad alta (dos pruebas parciales, concretamente).

**Figura 4: Distribución temporal de la carga de trabajo no presencial en una de las asignaturas estudiadas**



**Tabla 1: Asignaturas seleccionadas y actividades analizadas en cada una de ellas**

Asignatura	Actividades de intensidad baja	Actividades de intensidad media	Actividades de intensidad alta	Actividades de intensidad muy alta
TCM	B1	M1	A1 A2	
GA		M1		MA1
EVPI	B1	M1	A1 A2	
DI	B1	M1 M2		MA1

Conociendo las fechas en las que cada actividad singular había sido realizada, se calculó el número medio semanal de horas que los estudiantes le habían dedicado. Hay que señalar que las horas de dedicación a tutorías, visitas al aula virtual, etc., que se recogen en algunas de las encuestas, no se incluyeron en el cálculo de estas actividades singulares, sino que se sumaron a la carga de trabajo del estudiante con el concepto de “Otras actividades”.

Los datos disponibles para actividades de intensidad baja se muestran en la tabla 2. En ella figura, para cada actividad, el porcentaje de tiempo que el estudiante medio le ha dedicado en cada una de las semanas previas a la realización de la actividad. Se han tenido en cuenta las siguientes premisas:

1. La progresión de la dedicación del estudiante depende de las semanas de que dispone para preparar la actividad, es decir, de las semanas que separan esta actividad de otra anterior de la misma asignatura.

2. Ninguna actividad de intensidad baja tiene repercusión en la carga de trabajo del estudiante más allá de cinco semanas antes de la fecha fijada para realizar la actividad.
3. La carga de trabajo del estudiante sigue una progresión creciente conforme nos acercamos a la fecha en la que se realiza la actividad. No obstante, en alguna actividad se ha detectado que esta progresión creciente se ve interrumpida (celdas en color gris), lo cual muy probablemente se deba a interferencias con actividades de otras asignaturas como consecuencia, precisamente, de una mala coordinación horizontal. Para estos casos, y buscando una coordinación ideal, se han interpolado linealmente los valores para determinar cuál podría ser la dedicación del estudiante en caso de no haber existido tal interferencia. Posteriormente, y dado que los porcentajes de dedicación de la actividad deben sumar el 100 %, se han normalizado los valores obtenidos, dividiéndolos por su suma y multiplicándolos por 100. Los valores definitivos son los de las celdas en verde.

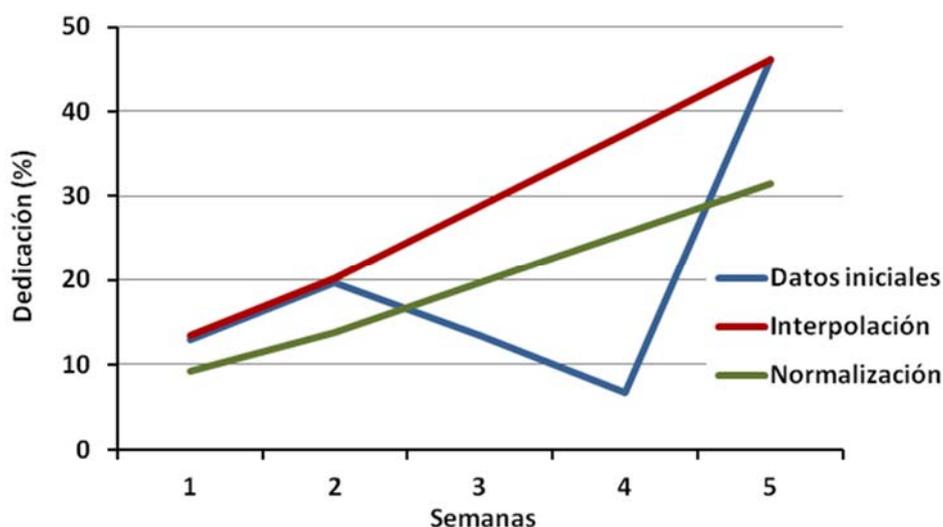
**Tabla 2: Actividades de intensidad baja: porcentajes iniciales y valores interpolados y normalizados**

Asignatura/Actividad	Dedicación por semana (%)					Total
	1	2	3	4	5	
TCM/B1	6,30	6,38	15,06	22,22	50,04	100
EVPI/B1	8,85	15,73	75,42			100
Datos iniciales	13,48	20,22	13,48	6,74	46,08	100
DI/B1 Interpolación	13,48	20,22	28,84	37,46	46,08	146,08
Normalización	9,23	13,84	19,74	25,64	31,55	100

La figura 5 muestra los efectos de la interpolación y posterior normalización para la actividad DI/B1.

Existen dos actividades (TCM/B1 y DI/B1) que permiten a los estudiantes dedicar un total de 5 semanas para su realización. La carga media semanal de estas actividades se registra en la Tabla 3.

**Figura 5: Efectos de la interpolación y normalización: asignatura DI actividad B1**



**Tabla 3: Porcentajes medios de las actividades TCM / B1 y DI / B1**

Asignatura / Actividad	Dedicación por semana (%)					
	1	2	3	4	5	Total
<b>Media TCM / B1 y DI / B1</b>	7,76	10,11	17,40	23,93	40,79	100

### 3.1 Modelo matemático

En aquellos casos en los que no se proporciona suficiente información (actividades con un periodo para su realización 2 y 4 semanas), se realiza una interpolación lineal y la consiguiente normalización, utilizando la información proporcionada por las encuestas. Se emplean para ello las siguientes expresiones:

Para  $j=2$  semanas:

$$C_{j_i} = C_{(j+1)_{i+1}} + \frac{C_{5_{i+1}} - C_{(j-1)_{i-1}}}{5-3} \times (5-j) \quad (1)$$

Para  $j=4$  semanas:

$$C_{j_i} = C_{(j-1)_{i-1}} + \frac{C_{5_{i+3}} - C_{3_{i+1}}}{5-(j-1)} * (5 - (j-1)), \text{ si } i > 1 \quad (2)$$

$$C_{j_i} = C_{3_i} + \frac{C_{3_i} - C_{5_i}}{2}, \text{ si } i = 1 \quad (3)$$

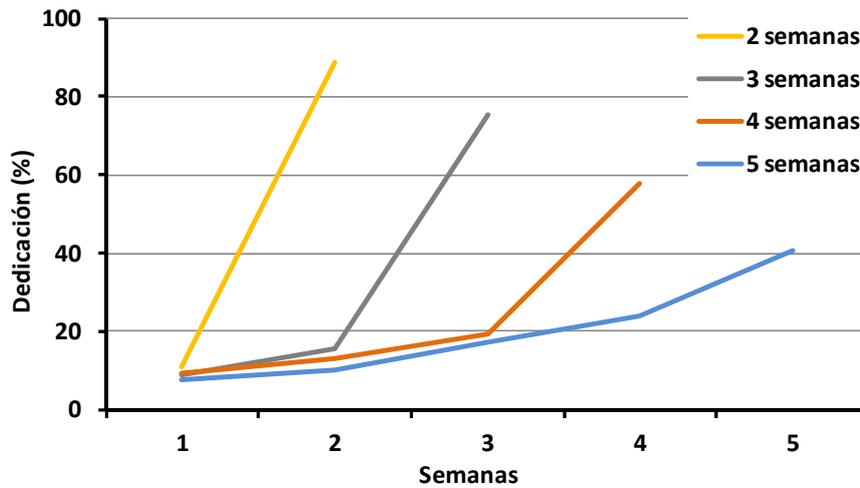
donde  $C_{ji}$  es el porcentaje de dedicación en la semana  $i$  para una actividad de intensidad baja, con un periodo de realización de  $j$  semanas. La Tabla 4 muestra los resultados finales obtenidos (ver celdas en verde). La figura 6 representa la progresión de la carga de trabajo en función del número de semanas disponibles para completar la actividad.

**Tabla 4: Dedicación en porcentajes según el número de semanas disponibles para actividades de intensidad baja**

Semanas disponibles	Dedicación por semana (%)					
	1	2	3	4	5	Total
1	100					100
2	11,63	92,73				104,36
3	11,14	88,86				100
4	8,85	15,73	75,42			100
5	9,39	13,13	19,83	58,11		100,46
	9,35	13,07	19,14	57,84		100
	7,76	10,11	17,40	23,93	40,79	100

Este mismo proceso se ha repetido para las actividades de intensidad media. Para el caso de actividades de intensidad media, disponemos de información de 5 actividades, en las que los estudiantes han tenido 2, 5, 9, 10 y 17 semanas disponibles, respectivamente. El último caso corresponde a una actividad que se ha desarrollado a lo largo de todo el cuatrimestre, incluida una parte del periodo final de exámenes. Al igual que en las actividades de baja intensidad, se comprueba el crecimiento progresivo de la carga de trabajo y, en caso necesario, se interpola y normaliza siguiendo el procedimiento mostrado anteriormente.

**Figura 6: Progresión según semanas de dedicación en actividades de intensidad baja**



Estos resultados se emplean para obtener una estimación, utilizando interpolación en aquellos casos en los que no se proporciona información, en concreto las semanas 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15 y 16. Las expresiones matemáticas empleadas en este caso son:

Para  $2 < j < 5$  semanas,

$$Cj_i = C(j-1)_{i-1} + \frac{C5_{5-(j-i)} - C(j-1)_{i-1}}{5-(j-1)} \times (5-j), \text{ si } i > 1 \quad (4)$$

$$Cj_i = C5_i + \frac{C2_i - C5_i}{5-2} \times (5-j), \text{ si } i = 1 \quad (5)$$

Para  $5 \leq j < 9$  semanas,

$$Cj_i = C(j-1)_{i-1} - \frac{C9_{9-(j-i)} - C(j-1)_{i-1}}{9-(j-1)}, \text{ si } i > 1 \quad (6)$$

$$Cj_i = C9_i + \frac{C5_i - C9_i}{9-5} \times (9-j), \text{ si } i = 1 \quad (7)$$

Para  $10 < j < 17$  semanas,

$$Cj_i = C(j-1)_{i-1} + \frac{C17_{17-(j-i)} - C(j-1)_{i-1}}{17-(j-1)}, \text{ si } i > 1 \quad (8)$$

$$Cj_i = C10_i + \frac{C17_i - C10_i}{17-10} \times (17-j), \text{ si } i = 1 \quad (9)$$

La Tabla 5 presenta los resultados porcentuales de carga de trabajo para actividades de intensidad media, con un periodo para la realización de entre 1 y 10 semanas. La figura 7 presenta la progresión de la carga de trabajo como una función de las semanas disponibles para su realización.

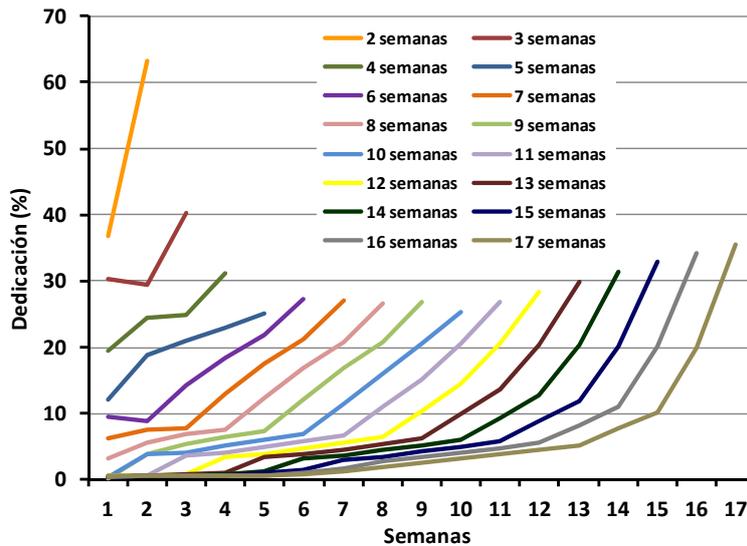
De igual manera, se identificaron cuatro actividades de alta intensidad entre las asignaturas encuestadas. Se corresponden con pruebas parciales, separadas de las actividades previas de su asignatura 4, 5, 5 y 10 semanas respectivamente. Se aplicó de manera idéntica la secuencia de interpolación lineal y posterior normalización de resultados. Los resultados para las dos actividades con 5 semanas de preparación se han promediado.

Los resultados no registrados fueron estimados mediante interpolación posterior.

**Tabla 5: Actividades de intensidad media: porcentaje medio de dedicación a la actividad en función de las semanas disponibles**

Semanas disponibles	Porcentaje medio de dedicación a la actividad									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100									
2	36,70	63,30								
3	30,35	29,35	40,30							
4	19,40	24,43	24,97	31,20						
5	12,17	18,75	20,89	23,02	25,16					
6	9,46	8,80	14,23	18,42	21,92	27,17				
7	6,24	7,49	7,84	12,88	17,43	21,15	26,97			
8	3,23	5,71	6,91	7,51	12,39	16,97	20,70	26,59		
9	0,30	3,80	5,32	6,50	7,36	12,20	16,92	20,75	26,85	
10	0,37	3,92	4,19	5,09	6,04	6,99	11,44	16,05	20,66	25,27

**Figura 7: Progresión según semanas de dedicación en actividades de intensidad media**



El modelo matemático empleado para las actividades de alta intensidad es:

Para  $1 < j < 4$  semanas,

$$Cj_i = C4_{i+1} - \frac{C5_{5-(j-i)} - C4_{4-(j-i)}}{5-j} \times (5-j) \quad (10)$$

Para  $5 < j < 10$  semanas,

$$Cj_i = C(j-1)_{i-1} + \frac{C10_{10-(j-i)} - C(j-1)_{i-1}}{10-(j-1)} \times (10-j), \text{ si } i > 1 \quad (11)$$

$$Cj_i = C10_i + \frac{C5_i - C10_i}{10-5} \times (10-j), \text{ si } i = 1 \quad (12)$$

Para  $10 \leq j < 17$  semanas,

$$Cj_i = C(j-1)_{i-1} - \frac{C(j-2)_{(i-2)} - C(j-1)_{i-1}}{(j-1)-(j-2)}, \text{ si } i > 1 \quad (13)$$

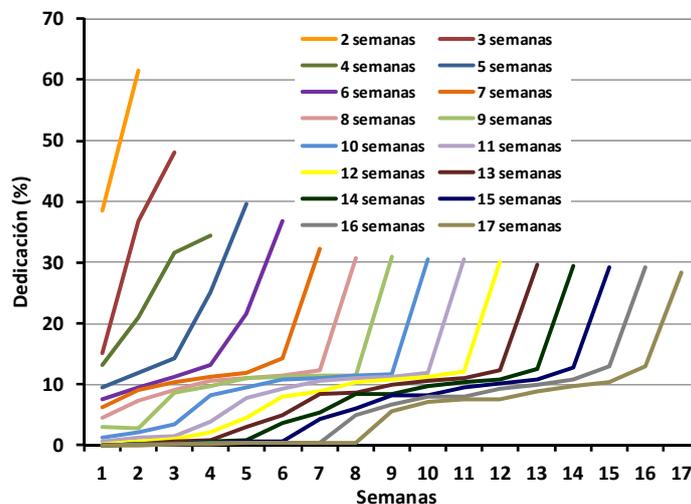
$$C_j = \frac{C_j^{(i+1)}}{2}, \text{ si } i = 1 \quad (14)$$

La Tabla 6 muestra los resultados para las actividades de alta intensidad con hasta un periodo de 10 semanas para su realización. La progresión de la carga de trabajo se presenta en la figura 8, en función del número total de semanas disponibles para la realización.

**Tabla 6: Actividades de alta intensidad: porcentaje medio de dedicación a la actividad en función de las semanas disponibles**

semanas disponibles	Porcentaje medio de dedicación a la actividad									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	100									
2	38,45	61,55								
3	15,04	36,81	48,15							
4	13,10	20,88	31,61	34,41						
5	9,41	11,81	14,21	25,03	39,55					
6	7,57	9,40	11,33	13,26	21,74	36,70				
7	6,17	8,98	10,41	11,14	11,86	14,23	32,15			
8	4,49	7,39	9,17	10,50	10,96	11,41	12,40	30,75		
9	2,95	2,79	8,59	9,66	10,97	11,23	11,49	11,48	30,84	
10	1,30	2,25	3,34	8,14	9,44	10,74	11,07	11,39	11,72	30,61

**Figura 8: Progresión según semanas de dedicación en actividades de intensidad alta**



Se identifican dos actividades de muy alta intensidad, cuya preparación se extiende a lo largo de todo el cuatrimestre. Al igual que en los casos anteriores, la estimación de los resultados se obtiene mediante interpolación, normalización y posterior promediado. Dado que estas actividades se corresponden con los exámenes finales, que se planifican únicamente en el periodo reservado a partir de la semana 17, no se necesita interpolación adicional. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

El proceso seguido hasta aquí ha permitido estimar la distribución semanal de carga de trabajo del estudiante, para cada actividad, en función del número de semanas de que dispone para

realizarla. Para calcular cuántas horas dedicaría el estudiante medio a cada actividad se calcula, en cada una de las cuatro asignaturas seleccionadas, el porcentaje medio de tiempo dedicado a cada tipo de actividad (Tabla 8).

**Tabla 7: Actividades de intensidad muy alta: porcentajes de dedicación por semana**

Dedicación por semana (%)																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0,70	1,97	1,79	2,00	2,06	2,19	2,68	2,22	2,92	3,18	3,63	3,68	4,88	6,70	9,31	17,72	32,39

**Tabla 8: Porcentaje medio de dedicación a cada actividad**

Asignatura	Actividades de intensidad baja (%)	Actividades de intensidad media (%)	Actividades de intensidad alta (%)	Actividades de intensidad muy alta (%)	Otras actividades (%)
TCM	B1 8,20	M1 23,50	$\frac{A1}{A2}$ 51,22		O1 17,08
GA		M1 30,80		MA1 59,78	O1 9,42
EVPI	B1 8,79	M1 20,13	$\frac{A1}{A2}$ 71,08		
DI	B1 5,32	$\frac{M1}{M2}$ 32,23		MA1 56,03	O1 6,42

La Tabla 9 muestra las relaciones entre los porcentajes dedicados a cada actividad de la tabla 6, incluidas "Otras actividades". Para calcularlas se ha tenido en cuenta el número de actividades que se han realizado de cada tipo. Se ha calculado la media para cada tipo de actividad, considerando todas las asignaturas. De todas las relaciones se selecciona, y se muestra en la última fila de la tabla, aquella que tenga menor desviación respecto a la media, ya que será la más fiable y se descartan aquellas de las que solo existe un dato y cuya desviación sería, por tanto, nula.

Por otro lado, la suma total de horas en una asignatura debe ser igual a la carga de trabajo que en su guía docente se dedica a estas actividades, es decir:

$$H = MA \times NMA + A \times NA + M \times NM + B \times NB + O \quad (15)$$

donde NMA es el número de actividades de intensidad muy alta definidas en la asignatura, NA el de actividades de intensidad alta, etc.

Sustituyendo valores en la ecuación anterior, y considerando que todas las asignaturas tendrán al menos una actividad de intensidad muy alta (examen final), se obtiene:

$$MA = \frac{H}{NMA + 1,0155 \times NA + 0,7117 \times NM + 0,2608 \times NB + 0,3988} \quad (16)$$

$$A = 1,0155 \times MA \quad M = 0,7117 \times MA$$

$$B = 0,2608 \times MA$$

$$O = 0,3988 \times MA$$

**Tabla 9: Relación entre porcentajes de dedicación, medias, desviaciones y relaciones seleccionadas**

	Muy alta (MA)			Alta (A)			Media (M)		Baja (B)
	MA/M	MA/B	MA/O	A/M	A/B	A/O	M/B	M/O	B/O
TCM				1,09	3,12	1,50	2,87	0,11	0,48
GA	1,94		6,35						
EVPI				1,77	4,04		2,29		
DI	0,87	10,53	8,73				3,03	0,13	0,83
Media	1,41	10,53	7,54	1,43	3,58	1,50	2,73	0,13	0,65
Desv.	0,54	0	1,19	0,34	0,46	1,50	0,30	0	0,17
	MA = 1,41 M			A = 1,43 × M			M = 2,73 × B		B = 0,65 × O

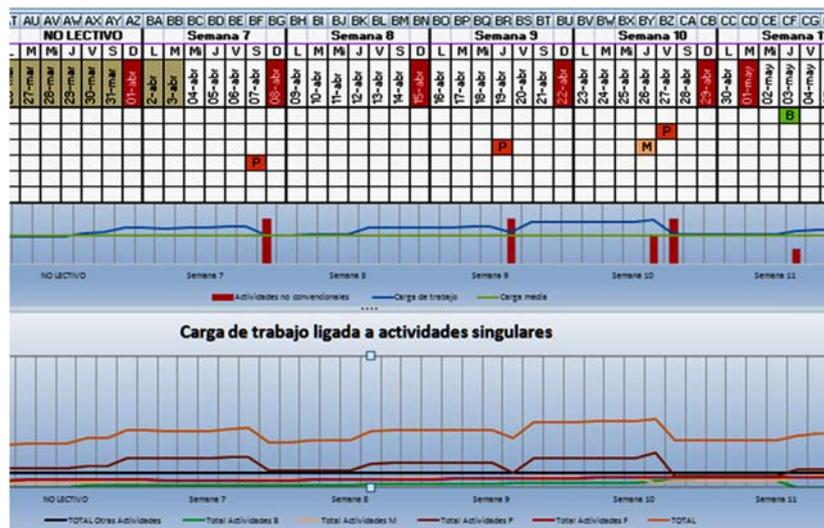
Finalmente, se ha tenido en cuenta la encuesta puntual sobre carga de trabajo percibida que los estudiantes de la UPCT rellenan cada cuatrimestre y que cuantifica la carga de cada asignatura en una escala Likert 1-5. Se ha corregido el número de horas ( $H_i$ ) de cada asignatura, multiplicándolo por la carga percibida por los estudiantes para esa asignatura ( $CE_i$ ) y dividiéndolo por la carga percibida media de las asignaturas de ese cuatrimestre (MCE):

$$H_f = H_i \times \frac{CE_i}{MCE} \quad (17)$$

#### 4. Discusión de resultados

Todas las expresiones y la distribución de la carga a lo largo de las semanas para cada tipo de actividad se han programado en VBA e incluido en las hojas Excel en la que se encuentra el cronograma conjunto. Se han incorporado gráficos que permiten ver la evolución de la carga de trabajo estimada de los estudiantes durante el cuatrimestre (figura 9). Los gráficos muestran tanto la carga de trabajo por asignaturas como la global, lo que permite reorganizar las actividades para mejorar la coordinación horizontal del cuatrimestre.

**Figura 9: Cronograma conjunto y gráficos de distribución de la carga de trabajo estimada**



El modelo descrito en este trabajo ha empezado a utilizarse durante el curso 2017-18 en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, con muy buenos resultados. La herramienta empleada permite simular la distribución de la carga de trabajo del estudiante medio en función del número, tipo y situación en el tiempo de las actividades singulares previstas para cada cuatrimestre. Si se cambia la fecha programada en el cronograma para cualquiera de las actividades, lo que resulta muy sencillo, la distribución de la carga de trabajo se recalcula y se muestra gráficamente de manera inmediata. Así, es posible mejorar la coordinación horizontal programando las actividades de forma que la distribución de la carga de trabajo simulada sea la mejor posible y se eviten las puntas de carga.

Se entiende que la aplicación de esta herramienta de coordinación requiere que el profesorado haya elaborado previamente una programación inicial de las actividades singulares de cada asignatura, indicando las fechas previstas para realizarlas. Esta es la información que se introduce en el modelo, y a partir de la cual se pueden plantear cambios que mejoren la distribución de la carga de trabajo, hasta que esta se considere adecuada.

La Tabla 8 muestra los porcentajes medios de carga de trabajo que, en cada asignatura, se han dedicado a cada actividad. Se observa que los valores crecen con la intensidad, entre baja y alta. Sin embargo, las actividades de intensidad alta (pruebas de evaluación parciales) muestran valores similares o, incluso, ligeramente superiores a los de las actividades de intensidad muy alta (pruebas de evaluación finales). Esto, que puede resultar sorprendente, se explica fácilmente si tenemos en cuenta que el número de pruebas parciales en una asignatura suele ser de dos o más, y no es raro que la suma de las horas dedicadas a ellas pueda superar a las dedicadas a la prueba final. Por otra parte, las pruebas parciales suelen ser eliminatorias; los estudiantes que las superan no tienen que presentarse a la prueba final y, en consecuencia, la carga de trabajo declarada para esta no corresponde más que a una parte de los estudiantes y es más reducida.

## **5. Conclusiones**

La carga de trabajo que requiere una determinada actividad puede variar mucho de unos estudiantes a otros. Por eso, en general, los créditos ECTS y la carga de trabajo asociada a ellos se refieren al “estudiante medio”, y representan el trabajo necesario para que este alcance los resultados del aprendizaje fijados. Los datos empleados en este estudio proceden de una encuesta semanal y se han obtenido, tanto respecto a las horas de trabajo necesarias como a su distribución a lo largo del tiempo, promediando los valores declarados por todos los estudiantes que la completaron.

El proceso de cálculo de la carga de trabajo asociada a cada tipo de actividad supone cierta complejidad pero la información empleada nos parece la más fiable, ya que se ha obtenido a partir de los resultados de la citada encuesta y representa la carga real que los estudiantes dedican, en media, a completar la actividad. Sin embargo, nada impide emplear la información que aparece en las guías docentes, en las que se indica el número de horas previstas para cada actividad singular. Obviamente, la información de las Guías Docentes resulta mucho más fácil de obtener aunque, probablemente, sea menos fiable.

Pero la principal aportación del modelo que se presenta es, creemos, la consideración de que la carga de cada actividad se va a distribuir en el tiempo en función de cómo estén repartidas las otras actividades. Son estas progresiones las que hacen más complejo, pero también más útil, el modelo, ya que permiten simular la distribución de la carga de trabajo a lo largo del cuatrimestre, para cada asignatura y para el conjunto de ellas. Esta información no suele aparecer en las guías docente, y cuando lo hace, resulta poco realista ya que no tiene en cuenta la interacción entre las actividades.

## Referencias

- Biggs, J. & Tang, C (2011). *Teaching for quality learning at university, what the student does*. 4ª Ed. New York: McGraw Hill.
- Chambers, E. (1992). Work-load and the quality of student learning. *Studies in Higher Education*, 17 (2), 141-153.
- Dixon, K., Shelleyann, S. & Dixon, R. (2007). University students' perception of workload: The challenges and vagaries of assessment. *AARE Conference*. AARE Inc
- Fielding, A. (2008). Student assessment workloads: a review. *Learning and Teaching in Action (LTiA)*, 7(3), 7-15.
- García Martín, A., Andreu, M.M., Briones, A.J., Busquier, S., Conesa, J., García Cascales, M.S., García León, J., García del Toro, M.A. et al. (2015). *Coordinación docente horizontal y vertical*. Cartagena: CRAI UPCT ediciones.
- García Martín, A. & García León, J. (2017). Una experiencia de medición de la carga de trabajo percibida por los estudiantes para facilitar la coordinación horizontal. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 15 (1), 81-104.
- Giles, L. *An investigation of the relationship between students perceptions of workload and their approaches to learning at a regional polytechnic* (2009). Tesis doctoral no publicada, Massey University.
- Kember, D. (2004). Interpreting student workload and the factors which shape students' perceptions of their workload. *Studies in Higher Education*, 29 (2), 165-184.
- Kember, D. & Leung, D.Y.P. (2009). Development of a questionnaire for assessing student's perceptions of the teaching and learning environment and its use in quality assurance. *Learning Environments Research*, 12 (1), 15-29.
- Pitt, A., Oprescu, F., Tapia, G. & Gray, M. (2008). An exploratory study of students' weekly stress levels and sources of stress during the semester. *Active Learning in Higher Education*, 19 (1), 61-75.
- Scully, G. & Kerr, R. (2014). Student workload and assessment: Strategies to manage expectations and inform curriculum development. *Accounting Education*, 23 (5), 443-466.

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

