
ARTICULO ORIGINAL

Adaptación Metodológica al EEES de la asignatura de Técnicas**Instrumentales del Grado de Farmacia de la Universidad de Barcelona**

Methodological Adaptation to EHEA of the of Instrumental Techniques**subject of Pharmacy degree at the University of Barcelona**

**Bidon-Chanal Badia A, Cajal Visa Y, Campanera Alsina JM, Egea Gras MA,
Gamisans Linares F, García López ML, Girona Brumós MV, Hernández Borrell J, Montero
Barrientos MT, Muñoz Juncosa MM, Aixelà Prat J y Weronski KJ.**

Este trabajo ha estado subvencionado por los Proyectos:

- "*Adaptació metodològica a l'Espai Europeu d'Educació Superior del projecte docent del Departament de Físicoquímica per a la implementació del nou grau de Farmàcia*" (nº 2009MQD00207)

Programa "Millora de la qualitat docent a les universitats de Catalunya"- MQD2009 de la Generalitat de Catalunya".

- "*Bones pràctiques d'avaluació continuada a la UB*"

Programa del 2009: Ajuts a projectes d'innovació docent de la Universitat de Barcelona

Departamento de Físicoquímica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona

Avda. Joan XXIII (s/n) 08029 Barcelona

Tf: 934024556

RESUMEN

En el plan de estudios del Grado de Farmacia de la Universidad de Barcelona, la asignatura de Técnicas Instrumentales se imparte en el cuarto semestre, después de haber cursado Física, Físicoquímica y Química Analítica.

El equipo docente de la asignatura está integrado por once profesores que mediante trabajo colaborativo y adecuada coordinación organizan la docencia de la misma que se distribuye en clases teóricas y prácticas

Con el objetivo de adaptar la asignatura a las necesidades del Espacio Europeo de Educación Superior, se distribuyó en tres Bloques: I, Técnicas Espectroscópicas; II, Técnicas Electroquímicas y III, Técnicas de Separación.

Las actividades teórico-prácticas se han planificado de manera secuencial. Así se inicia el ciclo con las clases teóricas del Bloque I y a continuación de manera paralela se imparten las clases prácticas del Bloque I y las clases teóricas del Bloque II y así sucesivamente, de manera que se termina la docencia con las prácticas del último Bloque. En este proceso adquiere especial relevancia tanto la formación práctica en el laboratorio como el trabajo tutorizado que debe realizar el estudiante.

Se realiza un proceso de evaluación continuada teórico/práctico en cada uno de los Bloques. Se da especial relevancia a la adquisición de habilidades y destrezas que permitan una correcta realización de las prácticas de laboratorio, es decir la integración de los contenidos específicos a la aplicación de las diferentes técnicas instrumentales, la resolución de los cálculos numéricos y la interpretación de los

resultados.

ABSTRACT

In the new syllabus of the Pharmacy degree at the University of Barcelona, the subject Analytical Techniques is taught at the fourth semester, after the subjects Physics, Physical chemistry and Analytical chemistry.

The teaching team of this subject is integrated by eleven teachers that by means of collaborative work and an appropriate coordination, organize the docent activity into practical and theoretical classes.

With the aim to adapt this subject to the requirements of the European space for higher education, it has been designed in three blocs: I. Spectroscopic techniques, II. Electrochemical techniques and, III. Separation techniques, by planning the theoretical and practical activities in a sequential manner. Therefore, the cycle begins with the theory of the first bloc followed with the practice corresponding to it together with the theory of the second bloc, and so on. The course ends with the practical part of the third bloc. In this process is of great importance the tutorial work that the student should do.

The evaluation of the theory and of the practical part of each bloc is done in a continuous way paying special focus on the acquisition of abilities and handiness that will allow the correct performance in the laboratory. In summary, the integration of the specific contents to the application of the different instrumental techniques, the resolution of the numerical calculations and the interpretation of the results.

PALABRAS CLAVE: Técnicas Instrumentales, EEES, evaluación continuada, grado de Farmacia

KEYWORDS: Instrumental Techniques, EHEA, continuous evaluation, Pharmacy degree

INTRODUCCIÓN

La asignatura de Técnicas Instrumentales, es una asignatura obligatoria que se imparte en el cuarto semestre del Grado de Farmacia. En el presente curso académico 2009/2010 están matriculados 311 estudiantes (de los cuales únicamente han solicitado acogerse a la evaluación única) que están repartidos en tres grupos de mañana y dos de tarde. Es una asignatura de 6 ECTS. La impartición de las clases teóricas está bajo la responsabilidad de seis profesores, todos ellos doctores y con contrato permanente. Las clases prácticas están bajo la responsabilidad de los citados profesores y cinco profesores más, todos ellos doctores, llegando a formar un equipo docente de la asignatura de once profesores que trabajan de forma coordinada para conseguir los objetivos marcados por la asignatura.

El objetivo general de la asignatura es el conocimiento de las técnicas para poder evaluar su idoneidad para los análisis cualitativos y cuantitativos de un compuesto para unas determinadas finalidades realizando una comparación de ventajas e inconvenientes con otras técnicas. Por este motivo, de cada técnica o grupo de técnicas el estudiante habrá de:

1. Entender los fundamentos fisicoquímicos de las técnicas, especialmente la relación entre la señal característica de cada una de ellas la propiedad fisicoquímica relacionada con cada estructura atómica o molecular
 2. Describir de forma esquemática los componentes de un instrumento de análisis resaltando su funcionalidad y las posibles variantes de las técnicas con el objetivo de comparar las diferentes utilidades
 3. Deducir la información cualitativa y cuantitativa que proporcionan las técnicas
-

instrumentales en concordancia con su fundamento fisicoquímico

4. Relacionar las posibles aplicaciones farmacéuticas de cada técnica en relación con el fundamento fisicoquímico de cada una de ellas

En esta asignatura, se considera un aspecto muy importante la adquisición de habilidades que permitan hacer una correcta realización de las prácticas de laboratorio, es decir la integración de los contenidos específicos de la asignatura a la aplicación de las diferentes técnicas, la resolución de los cálculos numéricos y la interpretación de los resultados, para saber finalmente escoger la técnica adecuada en función de la muestra a analizar.

El QUÉ se hace y el SABER hacer a lo largo del curso ha de ir acompañado con el COMO se hace. La actitud del estudiante, la capacidad de aprendizaje y de responsabilidad, la capacidad de trabajar en equipo con los compañeros y con los profesores y la capacidad de crítica y autocrítica, han sido unos aspectos a considerar en el proceso de aprendizaje, y por tanto también en la evaluación de la asignatura

El programa de clases teóricas (30 horas) se realiza mediante clases expositivas por parte del profesor y el programa de clases prácticas (24 horas) se realiza en los laboratorios generales de la Facultad en grupos de 20 estudiantes supervisados por dos profesores. En el siguiente cuadro se indica el programa de los tres Bloques

Bloque temático	Temas	Horas expositivas	Horas laboratorio
	Tema 1. Introducción a las técnicas instrumentales	2	-
1. Técnicas espectroscópicas	Tema 2. Fundamentos de espectroscopia. Tema 3. Espectroscopia atómica. Tema 4. Espectroscopia molecular vibro-rotacional. Tema 5. Espectroscopia molecular electrónica. Tema 6. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear	14	8
2. Técnicas electroquímicas	Tema 7. Introducción a los métodos electroquímicos. Tema 8. Conductimetría. Tema 9. Potenciometría. Tema 10. Voltamperometría.	6	8
3. Técnicas de separación	Tema 11. Generalidades de las técnicas de separación Tema 12. Técnicas electroforéticas Tema 13. Técnicas cromatográficas Tema 14. Ultracentrifugación	8	8

El estudiante realiza un trabajo complementario en grupos de cuatro estudiantes y con la tutorización de un profesor buscan información de cuatro aplicaciones de la técnica que se les ha asignado de forma aleatoria de la que después habrán de realizar una presentación y un

póster a explicar delante ante un público constituido por la misma clase

En la evaluación acreditativa de la asignatura se ha considerado evaluación y habilidades de conocimientos, así como las actitudes a lo largo del curso.

- Evaluación de conocimientos: dos pruebas de 25 puntos cada una de ellas, aportando 50 puntos como máximo a la nota final
- Evaluación de las prácticas: máximo de 30 puntos (10 por cada tipo de prácticas)
- Evaluación del trabajo dirigido: máximo de 20 puntos
- Evaluación de la actitud: no suma, solo puede restar hasta un máximo de 12 puntos.

Para superar la asignatura se requiere un mínimo de 50 puntos, teniendo en cuenta que es requisito haber realizado las prácticas y que en la evaluación de conocimientos se ha de tener como mínimo 20 puntos.

La realización de las prácticas es un requisito tanto para los estudiantes de evaluación continuada como para los que han solicitado evaluación única.

El presente trabajo muestra la metodología aplicada en las prácticas de la asignatura de Técnicas Instrumentales, ya que es el objetivo al cual hemos dirigido los esfuerzos principalmente el equipo docente de la asignatura

MATERIAL Y MÉTODOS

El Programa de clases prácticas, se realiza en los laboratorios generales programados para tal finalidad, en grupos de 20 estudiantes supervisados por dos profesores. Existen nueve grupos de tarde y seis grupos de mañana, y todos ellos realizarán tres Bloques de prácticas de ocho horas cada uno de ellos, de dos sesiones de cuatro horas por día.

Las sesiones de prácticas se realizan después de haber impartido los conocimientos teóricos de los experimentos a realizar (una vez conocen el fundamento fisicoquímico en el cual se basan las técnicas), se fomenta la aplicación de conocimientos y la adquisición de habilidades, así como la actitud en el laboratorio.

Las prácticas que se han realizado son:

1. Prácticas del Bloque I (Técnicas Espectroscópicas)
2. Prácticas del Bloque II (Técnicas Electroquímicas)
3. Prácticas del Bloque III (Técnicas de Separación)

El hecho de tener que realizar todos los contenidos antes de hacer las prácticas en el laboratorio y debido a que la asignatura tiene los tres Bloques de diferente extensión: (2 horas de Introducción, 14 horas de Espectroscopia, 6 horas de Electroquímica y 8 horas de

Separación), ha llevado a hacer una programación de acuerdo con esta condición.

CALENDARIO DE LA ASIGNATURA:

Mes de febrero: clases teóricas de Espectroscopia, 4 horas semanales de impartición.

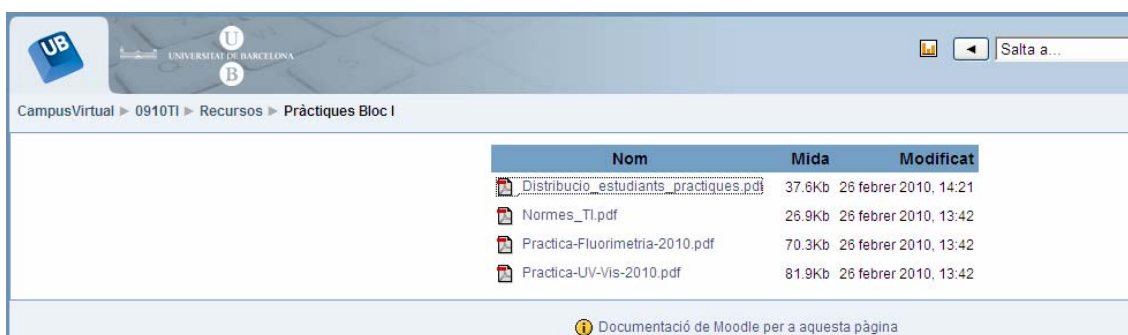
Mes de marzo: clases teóricas de Electroquímica (3 horas a la semana) y prácticas de Espectroscopia (8 horas en sesiones de 4 horas)

Mes de abril: clases teóricas de Separación (3 horas a la semana) y prácticas de Electroquímica (8 horas en sesiones de 4 horas)

Mes de mayo: prácticas de Separación (8 horas en sesiones de 4 horas)

El formato de los tres Bloques de prácticas es el mismo: antes de la realización de las prácticas, el estudiante encuentra la siguiente información en el “campus moodle”.

En la imagen siguiente se encuentran los ficheros correspondientes a la carpeta del Bloque I



DOCUMENTACIÓN QUE EL ESTUDIANTE HA DE LEER:

Documento nº 1 – Distribución de los estudiantes para realizar las prácticas

Debido a que los estudiantes han de preparar la práctica antes de ir al laboratorio, deben saber cuál de las dos prácticas asignadas a la Espectroscopia les toca cada uno de los días. Están distribuidos en grupos de 10 y repartidos según el apellido

Torn de Pràctiques	Espectrofotometria UV-vis	Espectrofluorimetria
T01 (3,4 marc)	A-L	M-T
T02 (5,8marc)	A-H	J-V
T03 (9,10marc)	A-GA	GR-Z
T04 (11,12marc)	A-LA	LE-T
T05 (15,16marc)	A-MA	MO-V
T06 (17,18marc)	A-GR	GU-T
T07 (19,22marc)	A-J	L-Y
T08 (23,24marc)	A-MI	MO-Z
T09 (25,26marc)	B-MA	MI-R
M03 (9,10marc)	A-M	N-V
M04 (11,12marc)	B-GA	GU-V
M05 (15,16marc)	A-J	L-Z
M06 (17,18marc)	B-M	Q-W
M07 (19,22marc)	A-G	H-T
M08 (23,24 marc)	B-M	R-U

Documento nº 2 – Normas para realizar las prácticas

HABÉIS DE TRAER LA PRÁCTICA LEÍDA Y PREPARADA (PUNTUARÁ)

Para hacer las prácticas de Técnicas Instrumentales es necesario traer al laboratorio:

- Bata
- Gafas de laboratorio (sin espiral)
- Calculadora
- Papel milimetrado
- Rotulador de vidrio
- Tijeras
- Regla (preferentemente transparente)
- Material para pegar las gráficas (celo)

Libreta (apartados de la libreta)

- Fecha
- Título
- Objetivo
- Material
- Esquema/procedimiento
- Resultados
- Observaciones personales
- Conclusiones

Libreta (normas de la libreta)

- Anotar todos los valores y observaciones en la libreta
- Nunca pasar a limpio
- Bolígrafo
- No arrancar nunca ninguna página
- Numerar las páginas
- No borrar, ni tapar nunca ningún valor, no utilizar tippex. Es necesario hacer una raya que deje ver el valor anotado

Documentos nº 3 y nº 4 – Protocolos de las prácticas de la Espectrofluorimetría y de la Espectrofotometría UV-visible

Los estudiantes del turno determinado se dividen en dos grupos, llegan al laboratorio con la práctica preparada y los dos días de prácticas tienen al mismo profesor. Las prácticas del laboratorio tienen una duración de 4 horas, que están repartidas de la siguiente forma:

Los primeros 30 minutos el profesor comenta el póster preparado donde se describe el fundamento y la misma práctica a realizar. En el trabajo mostramos el póster que se preparó para la práctica de Espectrofluorimetría

Durante 3 horas los estudiantes realizan las prácticas

Los últimos 30 minutos los estudiantes realizan una prueba que consiste en contestar a cinco preguntas de temas relacionados con las prácticas

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Cada profesor evalúa a los 10 estudiantes en las dos prácticas de espectroscopia según el siguiente cuadro:

ESPECTROFLUORIMETRIA

Principis de la fluorescència

Excitació
 Energia d'excitació (E_{exc})
 $E_{exc} = h\nu_{exc}$
 $E_{exc} = hc/\lambda_{exc}$

Emissió
 Energia d'emissió (E_{em})
 $E_{em} = h\nu_{em}$
 $E_{em} = hc/\lambda_{em}$

L'espècie d'emissió (vermell) sempre desplaça a longituds d'ona més elevades que l'espècie d'excitació (blau).

La intensitat d'emissió de fluorescència no sempre és proporcional a la concentració a concentracions elevades a causa l'efecte de l'autoabsorció de la mostra fa de ser inferior a 0.05.

Molècules fluorescentes (fluoròfors)

Fluoròfors comuns: Fluoresceïna, Rodamina 6G, Rodamina 123, Rodamina B, Rodamina 101, Rodamina 102, Rodamina 104, Rodamina 106, Rodamina 108, Rodamina 109, Rodamina 110, Rodamina 112, Rodamina 114, Rodamina 116, Rodamina 118, Rodamina 120, Rodamina 122, Rodamina 124, Rodamina 126, Rodamina 128, Rodamina 130, Rodamina 132, Rodamina 134, Rodamina 136, Rodamina 138, Rodamina 140, Rodamina 142, Rodamina 144, Rodamina 146, Rodamina 148, Rodamina 150, Rodamina 152, Rodamina 154, Rodamina 156, Rodamina 158, Rodamina 160, Rodamina 162, Rodamina 164, Rodamina 166, Rodamina 168, Rodamina 170, Rodamina 172, Rodamina 174, Rodamina 176, Rodamina 178, Rodamina 180, Rodamina 182, Rodamina 184, Rodamina 186, Rodamina 188, Rodamina 190, Rodamina 192, Rodamina 194, Rodamina 196, Rodamina 198, Rodamina 200.

Instrumentació

- FONTS D'ERADACIÓ**
 - Làmpada de vapor de Hg (165-373 nm)
 - Làmpada d'arc de Xe (150-700 nm)
- MONOCROMADORS (Excitat)**
 - Arxius de difracció
- DETECTOR (Excitat)**
 - Tubs fotomultipliquers
- CUBETES (Excitat)**
 - Cubetes de quarç

Apantallament de fluorescència

Apantallament dinàmic o col·lisional

A causa de la col·lisió amb l'agent apantallant, no arriba al nivell d'emissió.
 No arriba al nivell d'emissió.

Apantallament estàtic

A causa de la formació d'un complex no fluorescent amb l'agent apantallant, no arriba al nivell d'emissió.
 Compleix NO FLUORESCÈNCIA a l'excitació.

Representació d'Stern-Volmer

Combinació d'apantallament dinàmic i col·lisional:

$$\frac{I_0}{I} = 1 + K_q[\text{A}][\text{E}]$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	Professor		Grup		Data		Pràctica										Bloc						
3			T 06		17-18 Març		Espectroscòpia UV					Fluorimetria					I						
8			ACTITUD				DISSENY				LLIBRETA (5 PUNTS)					Qüestions (5 PUNTS)			TOTAL 10 PUNTS		COMENTARIS		
12			Dia 1		Dia 2		Dia 1		Dia 2		1	2	3	4	5	1 dia	2 dia		T0	Nota Fi.			
13	ALUMNES		-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	1	2	3	4	5	1 dia	2 dia		T0	Nota Fi.			
14	ESTUDIANT 1																						
15	ESTUDIANT 2																						
16	ESTUDIANT 3																						
17	ESTUDIANT 4																						
18	ESTUDIANT 5																						
19	ESTUDIANT 6																						
20	ESTUDIANT 7																						
21	ESTUDIANT 8																						
22	ESTUDIANT 9																						
23	ESTUDIANT 10																						

ACTITUD Y DISEÑO: estos dos apartados solo puntúan en negativo, ya que se supone que es lo mínimo que se le puede pedir al estudiante para realizar unas buenas prácticas del laboratorio.

LIBRETA: tiene una puntuación máxima de 5 puntos

CUESTIONES: tienen una puntuación máxima de 5 puntos.

RESULTADOS

Han realizado las prácticas de Espectroscopia 299 estudiantes y en el siguiente cuadro se recogen las calificaciones de dichas prácticas:

Intervalo de Calificaciones	Estudiantes totales	Estudiantes (%)
9,00 – 10,00	86	28,76
8,00 – 8,95	83	27,76
7,00 – 7,95	88	29,43
6,00 – 6,95	26	8,69
5,00 – 5,95	14	4,68
> 5,00	2	>1,00

Podemos observar que más del 84% de los estudiantes han obtenido una calificación superior a 7, y que solo 2 tienen un valor inferior a 5.

DISCUSIÓN

Los elementos de innovación, respecto la metodología y la evaluación continua se centran

en las prácticas, ya que se ha producido un cambio sustancial respecto a como se hacían anteriormente: por una parte, se realizan una vez ya se han impartido en las clases teóricas los contenidos correspondientes a las prácticas y, por otro lado, se han aumentado las horas de prácticas dando así más importancia a los contenidos procedimentales.

La secuencia formativa de las prácticas, la inician los estudiantes cuando preparan en la libreta el diseño de la práctica, a partir de toda la información disponible en el “campus moodle”. Esta preparación les ayuda a enfocar las prácticas de manera activa y a relacionar los contenidos de aprendizaje de las prácticas con sus conocimientos previos.

La secuencia prosigue con el proceso de desarrollo de la práctica en el laboratorio, en el cuál el profesor proporciona a los estudiantes la ayuda necesaria para hacerla. El acompañamiento del profesor permite detectar los errores y los obstáculos para el aprendizaje, a la vez que reforzar los elementos que lo favorecen.

El cuestionario cierra la secuencia formativa de las prácticas, produciendo un efecto sintetizador, de manera que el estudiante pueda recapitular e interrelacionar lo que ha ido realizando.

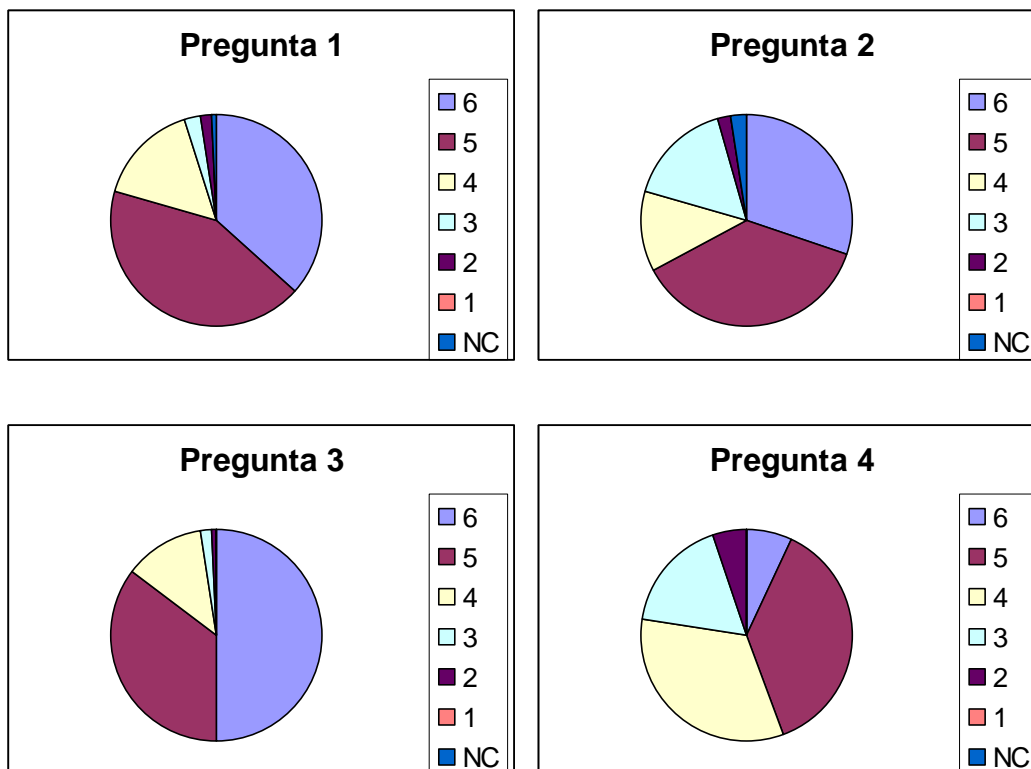
La evaluación incluye más aspectos procedimentales y por tanto las prácticas adquieren un peso importante en la evaluación de la asignatura

Se ha realizado una “**Encuesta de satisfacción de los estudiantes**” en la que se han incluido preguntas relacionadas con la organización planteada:

Responder en la escala de **1 (en absoluto, en desacuerdo)** al **6 (mucho, en total acuerdo)** a las siguientes preguntas:

1. *La organización del curso la encuentras adecuada*
2. *La evaluación me ha parecido correcta*
3. *La organización de las prácticas de laboratorio es adecuada. Ayuda mucho al aprendizaje que los contenidos prácticos se impartan después de finalizar cada Bloc temático, una vez conocidos los contenidos teóricos*
4. *Globalmente estoy satisfecho del desarrollo de la asignatura*

La encuesta la han contestado un total de 116 estudiantes, repartidos en tres grupos de mañana y dos de tarde. En los siguientes cuadros se muestra el porcentaje de respuestas a las cuatro preguntas



La pregunta número 3, que es la que hace referencia de manera directa a la nueva organización de las prácticas, que comporta toda una nueva organización de la asignatura es la pregunta de toda la encuesta realizada que ha presentado un índice más alto de satisfacción (un 85% de los estudiantes plantean unas respuestas máximas de 6 y 5)

BIBLIOGRAFÍA

1. Bain, K. *El que fan els millors professors universitaris*. Universitat de València. 2006.
2. Gibbs, G.; Simpson, C. *Condiciones para una evaluación continuada favorecedora del aprendizaje*. Barcelona: ICE UB – Octaedro. 2009.
3. Giné, N.; Parcerisa, A. *Planificación y análisis de la práctica educativa. La secuencia formativa: fundamentos y aplicación*. Barcelona: Graó. 2003.