

REFLEXIONES SOBRE LAS COMPETENCIAS DE UN ALUMNO DE FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS EN LA TITULACIÓN DE I.T. EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

J. C. SOTO

Departamento de Matemática Aplicada, EUITI, Universidad del País Vasco, Plaza de la Casilla, 3, 48012 Bilbao

Se describe la experiencia de un alumno tipo en la asignatura Fundamentos Matemáticos II que se imparte en nuestra Escuela en la Titulación de Ingeniería Técnica en Electrónica Industrial. Los tres últimos años, consecuencia de la futura implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se ha venido simulando la adaptación a un contexto de enseñanza-aprendizaje (estrategias, recursos y tecnologías) basado en el perfil de competencias del modelo ECTS. Se analizan las deficiencias y las carencias que se están observando en el alumno durante esta adaptación desde el punto de vista de un aprendizaje significativo.

1. Introducción.

Diversas declaraciones programáticas (Sorbona, 1998; Bolonia, 1999; Praga, 2001; Berlín, 2003; Bergen, 2005) han expuesto la necesidad de cambiar sustancialmente el EEES en sus tres ejes principales (proceso de enseñanza-aprendizaje, investigación y gestión). Desde un punto de vista práctico, la consiguiente reflexión de dicha propuesta lleva a plantear cuáles pueden ser las bases sobre las que fundamentar una adecuada planificación docente. En esta ponencia se analizan las habilidades adquiridas por un estudiante tipo de la asignatura de Fundamentos Matemáticos II (fig. 1) con competencias en la titulación de Electrónica Industrial (primer curso, primer cuatrimestre), cuando el objetivo a considerar es el aprendizaje significativo (“a lo largo de”) del alumno.

UNIDAD TEMÁTICA	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II (6 C = 4.6 ECTS $\hat{=}$ 115 horas de trabajo del alumno)	PESO (%)	
1	Teoría de espacios vectoriales de dimensión finita (15 %)	10.00	65.00
2	Álgebra matricial (23 %)	10.00	
3	Sistemas lineales de ecuaciones (20 %)	15.00	
4	Espacios vectoriales euclídeos (30 %)	20.00	
5	Teoría espectral (12 %) (entre paréntesis la correspondiente carga en el plan docente)	10.00	
6	Aplicaciones prácticas en el entorno de programación Mathematica <i>utilizando técnicas algebraicas y numéricas</i> (5 sesiones prácticas de dos horas)		15.00
7	Trabajo monográfico de investigación		20.00

Figura 1. Contenidos del programa de FM II (evaluación basada en tareas).

Ya sea el fracaso generado, la lenificación gradual o las dificultades subyacentes a la materia son origen atribuido del tipo de alumno que tenemos en nuestras escuelas [7]. El EEES desea centrar el currículum del alumno en las competencias y en el propio alumno. Nuestro departamento viene simulando lo que pensamos será el nuevo espacio universitario y nos hemos encontrado con diversas reflexiones, que deseamos hacer destacar. El planteamiento de la estrategia docente de la asignatura se basa en trabajar el rigor, la precisión y la excelencia como guías directrices para encarar esta innovación docente [3].

Se ha diseñado un plan docente para FM II con evaluación por competencias (en lugar del clásico basado en tareas). Esta planificación se ha venido aplicando durante los tres últimos cursos

académicos, con las consiguientes adaptaciones de la misma a través de una autoevaluación interna. Se desea que el aprendizaje sea realmente efectivo. Con dicha finalidad se enuncian las competencias que se trabajan en esta asignatura (que tiene estimada una carga inicial de 115 horas de estudiante – figs. 1 y 2); a saber:

FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II	Peso (%)
Aspectos teóricos	33.33
Aspectos prácticos	35.00
Tareas de laboratorio	10.00
Modelización y Simulación	21.67

Figura 2. Carga de los contenidos generales en el programa de FM II.

- ⌘ Desarrollar elementos suficientes desde un enfoque algebraico y numérico sobre la teoría de matrices, los sistemas lineales, la estructura de espacio vectorial y de espacio vectorial euclídeo y la teoría espectral identificando los conceptos implicados en sencillos problemas de ingeniería electrónica y eléctrica.
- ⌘ Introducir al alumno en el Cálculo Numérico y Simbólico a través de la utilización de software científico de interés en la ingeniería y ciencias aplicadas, mediante la realización de diversas prácticas con ordenador en el Laboratorio de Matemáticas en las que se formulan, planifican y resuelven sistemas lineales continuos tiempo invariantes (SCLTI), analizando las relaciones con otros sistemas físicos (hidráulicos, mecánicos, robóticos, económicos, biológicos, sociales, etc.).
- ⌘ Desarrollar de una manera crítica conclusiones válidas (razonadas y justificadas) a partir de los resultados producidos, basándose en una gestión eficiente de la información adquirida.
- ⌘ Planificar y desarrollar cooperativamente un trabajo de investigación sobre un modelo algebraico SCLTI, gestionando un equipo multidisciplinar y los recursos respectivos, presentando oral y/o en forma escrita un ensayo científico que describa los pasos del desarrollo efectuado, destacando los hechos y conclusiones más relevantes, al tiempo que se verifica la gestión de la utilización de los recursos empleados (personas, medios, programas matemáticos, tiempos, conceptos, ...), que ha necesitado el grupo de trabajo.
- ⌘ Establecer estrategias y mecanismos de trabajo que fomenten la continua necesidad de mejora de un aprendizaje significativo a lo largo de toda la vida, preocupándose por la calidad de los logros alcanzados, haciendo uso en particular del manejo del ordenador por medio de las NTICs.

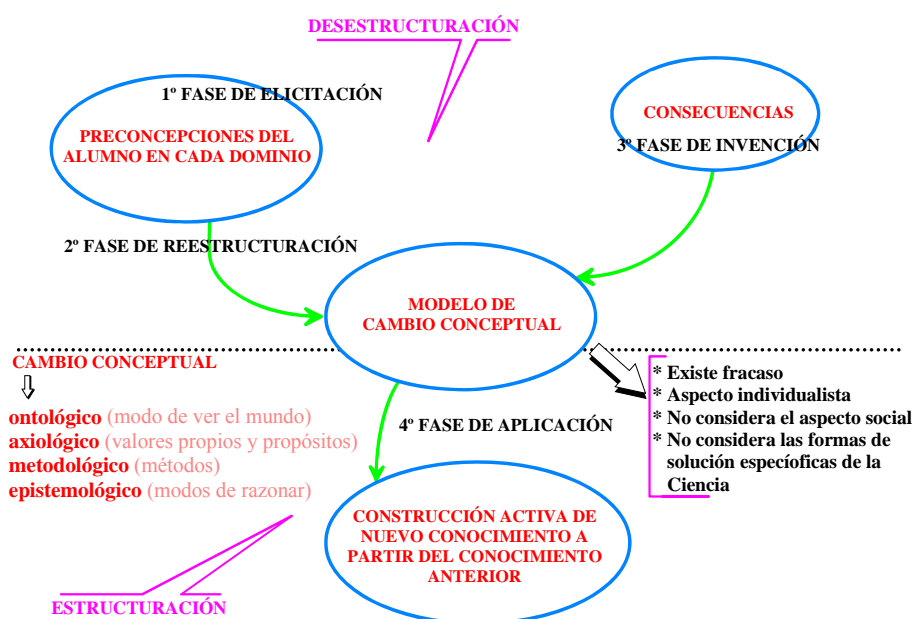


Figura 3. Modelo conceptual de adquisición del conocimiento.

Para trabajar estas competencias se aplica una estrategia docente de interacción deconstrucción (detectar las concepciones erróneas que tiene el alumno) – multiplexión (desarrollar esquemas de conocimiento que permitan construir las estructuras necesarias para abordar las diversas competencias previstas en relación con las demás asignaturas del alumno) (ver la sección §2): se trata de integrar metodologías de análisis cuantitativas y cualitativas de una manera paralela. Todo planteamiento curricular debe contar con su correspondiente realimentación, que es el objetivo básico de este artículo: la evaluación continua como relación que liga los diferentes elementos de la planificación docente del proceso de enseñanza/aprendizaje (PEA) del alumno. La carga total en el conjunto de la asignatura de cada elemento de la evaluación se muestra en la fig. 2. Además, hay que considerar los resultados (metaevaluación) que produce el desarrollo propuesto [3].

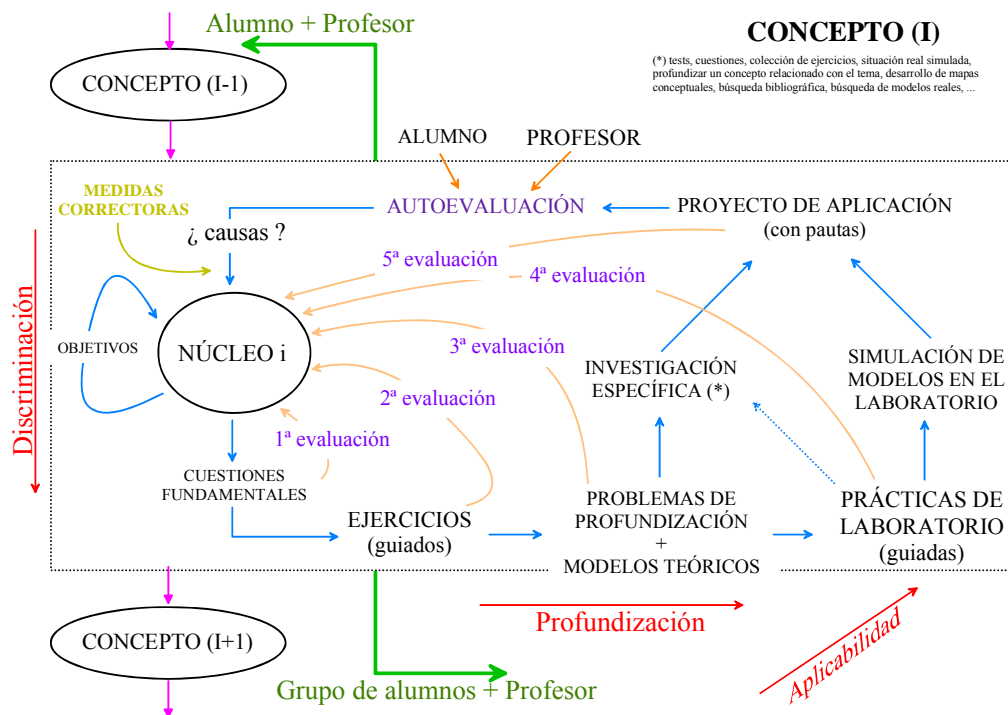


Figura 4. Etapas del “aprendizaje por investigación guiada” del modelo de PEA.

2. ¿Por un aprendizaje significativo?.

La planificación docente se centra básicamente en una metodología de investigación-acción, que es recurrente en todo el entorno del PEA desarrollado: el proceso se entiende como una investigación continua y orientada [5]. Es decir, se analizan de forma dinámica las dificultades que muestra el alumno medio en las diversas competencias involucradas. Para ello se parte de una variante del modelo de Osborne-Wittrock de adquisición de conocimiento (fig. 3). Así, la implementación de los objetivos instruccionales está basada en un enfoque constructivista global que trabaja el carácter no lineal “just-in-time” del aprendizaje a partir de módulos que incluyen aspectos teóricos, prácticos, de laboratorio y de investigación (fig. 2). L@s profesor@s de la asignatura se han preguntado de nuevo, como en anteriores planes de estudio, si el aprendizaje de nuestr@s alumn@s es realmente significativo [4]. Para ello se han realizado diversas aproximaciones, tanto cualitativas como cuantitativas, para contrastar tal hipótesis dentro del marco ECTS, y posteriormente establecer las acciones correctoras necesarias. Es decir, “centrar la evaluación en el trabajo del alumno” (competencias) puede hacer que el aprendizaje no sea significativo (en el sentido de efectivo, que no haya asimilado los “contenidos propuestos” de la asignatura). Este miedo del profesor sería justamente una forma más de fracaso. Como se ha mencionado se está interesado en analizar el tipo de carencias que muestran los alumnos ante la metodología ECTS, para lo cual es necesario realizar continuas evaluaciones sobre el estado del alumno (fig. 4, ver la sección §3) [6].

C5. Sean los polinomios de la figura adjunta. ¿Cuál es el máximo común divisor de todos ellos?

$$p_1(x) = (x^2 + 1)(x - 3)(x + 2)(x + 1)$$

$$p_2(x) = (x - 4)(x - 1)(x + 1)$$

$$p_3(x) = (x - 3)(x - 2)(x - 1)^3(x + 1)^3(x + 2)$$

$$p_4(x) = x^2 - x - 2$$

1.	<input type="radio"/>	$p_4(x)$
2.	<input type="radio"/>	$(x - 3)(x + 2)(x + 1)$
3.	<input type="radio"/>	$x + 1$
4.	<input type="radio"/>	$(x - 3)(x + 2)$
5.	<input type="radio"/>	$(x - 2)(x + 1)$
6.	<input type="radio"/>	$x^2 - x - 2$

Figura 5. La prueba de conocimientos matemáticos.

Antes de comenzar la docencia reglada convencional se estima el nivel de Matemáticas con el que llegan los alumnos a las cinco Titulaciones que se imparten en la Escuela (Elementos de Matemáticas, Curso de Adaptación en Materias Básicas). Para ello cada alumno debe realizar una sencilla prueba de 12 ítems sobre contenidos matemáticos muy elementales (que cubren tópicos de cálculo – 6, álgebra – 4 y estadística – 2) (la fig. 5 muestra una de las cuestiones que se plantean). Los resultados se han obtenido para la promoción 2005-2006 sobre un total de 96 encuestas, que han representado el 55.49 % de los alumnos matriculados en este curso (173 alumnos de un total de 192 (o sea, el 34.22 % de los alumnos de nuevo ingreso) que están matriculados en el Curso de Adaptación). Se muestra que no superan la prueba el 74.01 % de los alumnos encuestados, siendo la media aritmética de 3.69 ± 1.72 (CV = 47.01 %), con independencia de la titulación cursada (ver fig. 6). Esta deficiencia de conocimientos básicos puede estar relacionada con una baja comprensión lectora, que ha sido puesta de manifiesto por los propios alumnos en las entrevistas que se les ha hecho. Este hecho se traduce posteriormente en un importante obstáculo al trabajar las estructuras algebraicas que se consideran en la asignatura [2]. En consecuencia, las actividades y tareas que desarrollan el modelo ECTS deberán abarcar esta, y otras desventajas, que van apareciendo gradualmente.

TITULACIÓN	n	%	Aprobados (%)	Media	Desviación	CV (%)	Rango
Electricidad	7	7,29	2,17	3,37	1,86	55,19	1.14 - 6.53
Electrónica Industrial	27	28,13	5,34	4,13	1,16	28,09	1.50 - 6.00
Mecánica	32	33,33	9,78	3,09	1,54	49,84	0.00 - 6.10
Química Industrial	10	10,42	1,09	4,17	3,34	80,10	3.39 - 5.30
Informática de Gestión	20	20,83	7,61	3,95	1,92	48,61	0.00 - 6.27
Total	96		25,99	3,69	1,72	47,01	

Figura 6. Los conocimientos básicos en Matemáticas.

Adicionalmente, la implementación del plan docente diseñado permite generar la correspondiente documentación que se pone a disposición del alumno en la plataforma docente (aproximadamente, 700 páginas de información). Las encuestas que se pasan a los alumnos ponen de manifiesto que es excesiva (63.56 %), pero entienden que es necesaria para trabajar bajo la filosofía ECTS (grado de satisfacción 7.96 sobre 10). Las causas que se aducen son de diversa naturaleza: el alumno se pierde “con tanto papel”, inadecuada concepción del método de trabajo, búsqueda de información sin optimizar, trabajar únicamente con las notas que se toman en clase, método erróneo de estudio, etc.

3. ¿Cómo se procede en el día a día?

La ponencia propone, así pues, sobre un ejemplo concreto (el efecto fotoeléctrico) una sesión de aplicación de esta metodología constructivista: hipótesis de trabajo con el alumno, enunciado del problema, descripción de los errores más frecuentes, forma de abordar los contenidos, actividades que entran en juego, medición de las competencias involucradas, resultados, realimentación y acciones correctoras. Para ello se trabajan contenidos algebraicos y numéricos en relación con el mencionado

ejemplo (igualmente se abordan otros casos, que le serán muy típicos al alumno de electrónica a lo largo de sus estudios). Con la propuesta que se hace tratamos de relacionar contenidos de una asignatura básica (álgebra) con otros contenidos de la titulación del alumno, en el espíritu de trabajar competencias transversales. Al mismo tiempo se trata de hacer comprender al alumno de una forma razonada y justificada los centros de interés donde tienden a surgir los problemas más comunes. Como suele ser usual, los contenidos más interesantes aparecen al final del curso. En nuestro caso un tema con muchas aplicaciones prácticas en Electrónica es la unidad didáctica “Espacios vectoriales euclídeos” (fig. 1), donde se introduce el concepto de medida y la teoría de la aproximación, y permite repasar todos los conceptos previos (ver la fig. 7). Es recomendable dar al alumno esta visión de conjunto, porque éste tiende a perderse con facilidad, en general, ya que es común que no sepa establecer relaciones formales sólidas para razonar de forma secuencial situaciones con niveles de mayor complejidad. Para cuantificar los resultados obtenidos se darán los resultados de la encuesta que se realiza al grupo de alumnos sobre su opinión del PEA.

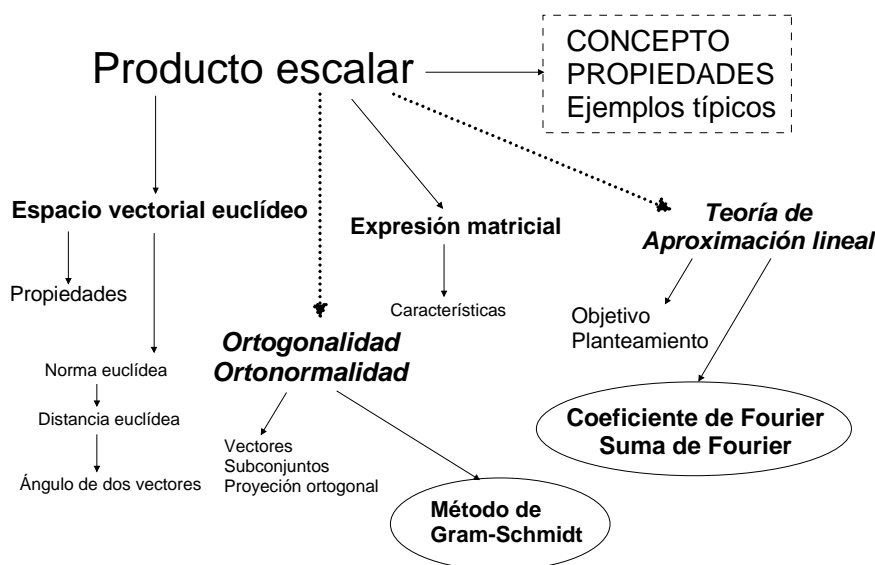


Figura 7. Mapa conceptual de “Espacios vectoriales euclídeos”.

El efecto fotoeléctrico establece que el voltaje mínimo (V) para hacer saltar un electrón de una superficie dada es función de la frecuencia ν (Hz) de la radiación incidente

$$eV_0 = h\nu - \phi \quad (1)$$

siendo $\nu > \nu_t = \phi/h$ (la frecuencia mínima), h es la constante de Planck, la carga del electrón $e = 1.60219 \times 10^{-19}$ C y ϕ es la función de trabajo característica de la superficie metálica. Se ha realizado un ensayo sobre una cierta superficie obteniendo los datos de la tabla

ν (Hz $\times 10^{-3}$)	56	70	79	83	102	120
V_0 (V)	0.05	1.00	1.40	1.74	2.43	3.00

Figura 8. Datos experimentales de una sesión de laboratorio.

El objetivo es estimar los valores de las constantes h y ν_t aplicando la teoría de la regresión como función de las variables que intervienen (ν , V_0). Se presenta el ejemplo para encauzar al alumno en el contenido correspondiente mediante pautas secuenciadas adecuadas (fig. 4), de modo que se establezca con claridad el punto de llegada y el de partida (el alumno recorrerá de forma guiada el

camino correspondiente). Esta situación es típica en los alumnos que acaban de llegar a la universidad, por no estar acostumbrados a esta dinámica de trabajo (esta asignatura tiene una carga semanal de 7.67 horas de trabajo del estudiante, implicando así un trabajo diario). En primer lugar, el alumno deberá comprender muy bien el enunciado, preparando un algoritmo para plantear su resolución con indicación de los recursos teóricos, numéricos y bibliográficos que le serán necesarios para completar aquella. La encuesta del PEA refleja la dificultad que muestran los alumnos en abordar este tipo de estrategias (82.13 %) al tiempo que consideran que es necesaria una gran ayuda para abordar el problema planteado (91.88 %). Para ello, el alumno dispone de un itinerario que le guía a través del tema para trabajar los diversos contenidos que se cubren: sólo un 31.22 % de los alumnos indican que utilizan esta ayuda, si bien el 82.65 % de ellos consideran que es una valiosa herramienta.

Como se ha mencionado, se trata de descubrir los focos donde el alumno muestra mayores debilidades para poderlas corregir lo antes posible. Entonces, la estrategia es muy simple (a la par que compleja), pero pone de manifiesto ¿cómo puede orientarse a cada estudiante para lograr una verdadera comprensión matemática (es decir, conocer la estructura conceptual y las relaciones de los temas matemáticos involucrados)? El correspondiente análisis de situación incluye causas de tipo curricular, pedagógico y estratégico. Como consecuencia, las ideas siguientes se tienen en cuenta de modo constante en todo el PEA [2]:

- todos los estudiantes y los profesores aprenden de las equivocaciones previas,
- la evaluación continua del aprendizaje del estudiante por ser el centro de interés del PEA,
- el análisis sistemático de progreso del estudiante, y
- la calidad del conocimiento adquirido.

Para el ejemplo considerado, las dificultades tienen lugar cuando hay que enfocar las siguientes actividades:

- ¿cómo calcular el rango de cualquier matriz? (**sistemas de ecuaciones**),
- ¿cómo se introduce la idea de medida en un espacio vectorial? (**problemas de ortogonalidad**),
- ¿cómo escribir el producto interior en una formulación matricial? (**álgebra matricial**),
- ¿qué interpretación geométrica tiene el problema de la aproximación? (**funciones objetivo**),
- ¿cómo automatizar el algoritmo de mínimos cuadrados utilizando métodos óptimos? (**métodos de factorización matricial**),
- ¿qué significa obtener la solución aproximada de un sistema incompatible de ecuaciones lineales en el sentido de mínimos cuadrados? (**optimización, derivación e integración**),
- ¿cómo obtener funciones de onda (típicas en electrónica) como combinación lineal de senos y cosenos?, ¿qué razones de implementación práctica apoyan el uso de este tipo de funciones? (**composición de funciones (dis)continuas**).

Esta lección tiene claras relaciones con las demás unidades de la asignatura (lo que da pie a que el alumno las vuelva a trabajar), al tiempo que desarrolla relaciones con contenidos de otras asignaturas que le aparecen en su currículum en segundo curso de carrera (en rojo en la lista anterior). Esta forma de trabajo proporciona herramientas para abordar las competencias del PEA. La encuesta muestra que el 55.83 % de los alumnos establecen al menos el 75 % de los posibles contenidos de la anterior tabla, cuando al comienzo del curso tan solo un 5.33 % llegaba a establecer el 30 % de los contenidos. Este resultado muestra el progreso de los alumnos a la hora de establecer el planteamiento de la resolución de la situación propuesta. Las ayudas proporcionadas ayudan a desarrollar las estrategias de enseñanza del profesor y de aprendizaje del estudiante [8].

Al abordar el desarrollo de la planificación docente ECTS de la asignatura se hace primordial hacer uso de una buena gestión de la acción tutorial: individual, en pequeños grupos o en gran grupo;

presencial o telemática; improvisada o planificada (fig. 9). Si bien al comienzo del curso hay que “sugerir” al alumno que asista a las sesiones de tutoría, a medida que se avanza la propia dinámica de la evaluación continua hace que el número de asistencias aumente; esta tendencia se mantiene de un curso (1.24 tutorías por alumno en el curso 2004-2005) a otro (2.38 tutorías por alumno en el curso 2004-2005). El 96.34 % de las encuestas indican que la tutoría es una actividad importante y útil, aunque sólo el 63 % de los alumnos ha utilizado regularmente esta actividad.

Actividades planificadas	Porcentaje (%)
1. Clase magistral	8.11
2. Resolución de ejercicios en el aula	16.22
3. Seminarios de problemas para trabajo en grupo	6.31
4. Trabajo de simulación en el laboratorio	6.01
5. Modelización de un proyecto práctico de investigación	3.00
6. Trabajo teórico de investigación (www, biblioteca, ...)	4.51
7. Evaluación	12.61
8. Uso de las NTICs	10.21
9. Acción tutorial	36.04

Figura 9. La metodología del PEA (evaluación basada en competencias).

4. Las lecciones aprendidas.

Para analizar el PEA se realizan básicamente dos instrumentos de evaluación: la entrevista personal y/o grupal, cuya prognosis permite estudiar de una forma cualitativa el progreso del grupo a lo largo del curso, y el examen final “en condiciones controladas”, que analiza el nivel de adquisición de contenidos del alumno respecto del grupo y respecto de los objetivos iniciales previstos [1]. A continuación se comentan brevemente los resultados más relevantes obtenidos.

	2003-2004	2004-2005	2005-2006
Preparación del curso *	6.4	7.3	7.7
Planificación de objetivos *	7.1	9.5	9.3
Asistencia y puntualidad *	9.3	9.6	9.7
Metodología de la asignatura *	5.3	7.3	8.7
Conocimiento de la materia *	7.9	8.8	9.1
Organización pedagógica *	6.7	7.8	8.1
Explicaciones dadas *	7.1	6.9	7.9
Motivación al alumno *	8.9	9.5	9.7
Interés por el curso *	6.5	7.3	7.9
Relación alumno-profesor *	7.5	6.9	8.3
Acción tutorial *	6.7	8.4	8.6
Respeto al alumno *	8.2	7.5	7.7
Exigencia al alumno *	8.6	9.1	9.4
Comportamiento del alumno	5.2	6.3	8.5
Nivel general del grupo	5.4	6.3	7.5
Relaciones alumno-alumno	3.2	6.1	7.6
Ambiente del curso	5.2	8.2	9.5
Documentación de trabajo	4.3	5.9	7.1
Calificación del profesor	5.3	6.9	7.8
Calificación general del curso	6.6	6.9	8.5
Se ha aprovechado bien el tiempo	5.1	6.8	8.7
Se ha utilizado la plataforma digital		(5.3)	(5.6)
Se ha trabajado en grupo	3.2	4.6	8.2
Utilizarías siempre la evaluación continua	5.9	7.3	8.9
Nota media asignada al PEA (*)	7.40	8.15	8.62

(*) La calificación máxima es sobre 10 puntos

Figura 10. Índices de satisfacción del PEA.

En primer lugar se analiza el propio proceso de enseñanza/aprendizaje, cuyos indicadores de rendimiento se dan en la fig. 10. En pocas palabras, la metodología ECTS se considera muy positiva (según la calificación obtenida) y se observa que la tendencia ha ido en aumento con cada nuevo curso:

(R1) *La evaluación por competencias es más realista (refleja mejor la razón esfuerzo/rendimiento realizado por el alumnado) que la evaluación por tareas.*

(R2) *Un plan docente basado en competencias implica el uso de más recursos que un plan docente basado en tareas, y sobre todo con una gestión sustancialmente diferente por parte de los mismos.*

(R3) *Si el alumno trabaja su propio proceso de enseñanza-aprendizaje (con la filosofía que nace de la metodología ECTS) obtiene un mejor rendimiento global.*

(R4) *El plan docente según un enfoque ECTS, y el desarrollo de las competencias de trabajo, según el diseño instruccional del PEA, proporcionan al alumno mayor seguridad y autoconfianza.*

La entrevista con los alumnos destaca algunos puntos importantes que califican cualitativamente los números obtenidos:

- ☀ Se observa mayor motivación y predisposición
- ☀ Aumenta el tiempo de trabajo que el alumno debe emplear, pero todavía más la dedicación del profesor
- ☀ No acaba de entenderse que el profesor deje de impartir la clase magistral
- ☀ Se pierde el concepto clásico de profesor, con una perspectiva más multidisciplinar (entrenador)
- ☀ Las TICs no pueden sustituir al profesor
- ☀ Aumenta el papel de las actividades que harán uso de las TICs (que serán automatizadas)
- ☀ Es normal que se dispare el tiempo que se tenga que dedicar al alumno, por lo que será una variable que habrá de controlarse
- ☀ No recargar en exceso el horario del alumno
- ☀ Dar al alumno una relación personalizada con el profesor

En segundo lugar se ha procedido a calificar el tipo de aprendizaje medio que ha conseguido el alumno al final del curso. Para ello se analiza el examen final que el alumno realiza, como indicador de dicho aprendizaje. Los indicadores de rendimiento obtenidos se muestran en la fig. 11.

(R5) *El aprendizaje basado en el modelo ECTS es “más eficaz” (en resultados académicos obtenidos) que uno basado en tareas, pero no demuestra ser realmente “más significativo” (en la asimilación de conceptos).*

donde las entrevistas realizadas destacan que

- ☀ Aumenta el número de alumnos que asisten a clase
- ☀ Se observa mayor motivación y predisposición
- ☀ Cada alumno asiste a clase más tiempo medio
- ☀ Las calificaciones mejoran, aunque no se demuestra que el conocimiento sea significativo
- ☀ No se puede trabajar con grupos grandes

De la comparación de los resultados obtenidos se puede concluir que

- ☀ El fracaso inicial puede ser importante, siendo pequeño el fracaso final obtenido
- ☀ Implica una formación más específica del profesor

- ☼ Será preciso limitar el número de herramientas que use el profesor en un intervalo dado de tiempo para no dispersar los objetivos del educando

	2003-2004	2004-2005	2005-2006 (solo junio)
Alumnos matriculados	36	50	37
Alumnos que han asistido regularmente a clase	22.35	36.74	16.05
Días totales en los que se ha impartido docencia	26	25	25
Promedio de días de asistencia por alumno	14.33	18.37	19.28
Grupos de trabajo que se han formado	9	22	8
Alumnos que han participado en grupos de trabajo	23	40	20
Pruebas objetivas de rendimiento	6	10	15
Actividades llevadas a cabo	17	23	22
Proyectos de investigación (PI) entregados	7	18	8
Seminarios teóricos realizados	-	3	3
Seminarios de problemas (SP) realizados	3	5	6
Promedio de alumnos que han asistido a SP	-	21.23	14.37
Promedio de días de asistencia por alumno a SP	-	3.42	4.51
Tutorías presenciales	35	62	88
Tiempo medio en tutoría presencial	6.3 min	10.22 min	19.04 min
Tutorías no presenciales	-	6	11
Tiempo medio de respuesta en tutoría no presencial	-	4.76	2.44
Media de alumnos por actividad a entregar	14.23	23.09	12.73
Media de actividades que entrega un alumno en el curso	12.61	16.45	17.48
Actividades extraordinarias realizadas por el alumno (> 1)	2.1	4.3	1.3
Número de entrevistas individuales realizadas	20	31	19
Encuestas realizadas sobre el proceso de E/A	2	4	10
Nota media del proyecto de investigación	4.71	5.78	6.03
Coefficiente de variación del proyecto de investigación	63.28 %	36.24 %	14.10 %
Nota media del examen final	5.80	3.97	4.5
Coefficiente de variación del examen final	23.72 %	48.16 %	39.70 %
Calificación final media de FM II	3.81	4.53	6.10
Coefficiente de variación de la nota final de FM II	39.61 %	28.71 %	15.50 %
Número de alumnos que han sido evaluados	22	33	18
Número de alumnos no presentados	14	17	19
Número de alumnos que no han superado FM II	14	21	2
Número de alumnos que han superado FM II	8	12	16
Número de aprobados	8	18	12
Número de notables	-	2	4
Número de sobresalientes	-	1	-

Figura 11. Índices de resultados del PEA.

- ☼ Será necesario un mayor control de cada etapa del PEA por parte del alumno y del profesor, por lo que será necesario introducir herramientas de autoevaluación
- ☼ Es preciso que disponer de una plataforma con capacidad de realizar tareas “cuantitativas” de análisis de datos en algunas de las etapas de la evaluación

5. Conclusiones.

Los resultados de los cursos anteriores han sido muy esclarecedores. En pocas palabras indican que hay que prestar mucha atención tanto al alumno como al propio proceso de evaluación. Hay aspectos muy positivos (por ejemplo, aumenta el número de alumnos que asisten a clase, existe mayor motivación y predisposición por parte del alumno, cada alumno asiste a clase más tiempo medio, las calificaciones mejoran, se hace mayor uso del concepto de tutoría, se genera mucha mayor documentación, etc.).

Sin embargo, se prueba que no siempre el alumno asimila significativamente los contenidos, lo que lleva a pensar que sea necesario un mayor control de cada etapa del PEA por parte del alumno y

del profesor. Por ello hay que utilizar técnicas de recursos humanos para reducir el posible fracaso del alumno con una atención más dedicada tanto en el aula como fuera, y de ahí que se haya tenido que acomodar la evaluación de la asignatura de una forma adaptativa en lo que respecta a los baremos que aplican (en ocasiones de una forma dinámica a lo largo del propio curso, en función del grupo de alumnos concreto de ese año).

Por este motivo se han pensado en diversas medidas correctoras para:

- ☀ Utilizar estrategias para reducir el número de ausencias
- ☀ Fomentar la autoevaluación tanto individual como la grupal
- ☀ Reajustar continuamente la baremación de la evaluación para fomentar la objetividad
- ☀ Ajustar “significativamente” el tamaño del portafolios del alumno
- ☀ Diferenciar entre índices de resultados y de satisfacción
- ☀ Dar aún más transparencia a la evaluación
- ☀ Usar técnicas de recursos humanos para trabajar mejor en el grupo y en el aula

Se obtiene que la forma de evaluar es muy diferente en el modelo ECTS (competencias) que en el basado en tareas. Finalmente, los alumnos de segundo curso responden mejor que los de primero a la metodología ECTS.

Referencias

- [1] L. Cohen, L. Manion y K. Morrison. *Research methods in education*. Londres: Routledge/Falmer (2000).
- [2] J. Kilpatrick. *What constructivism might be in mathematics education*. En “*Proceedings of the Eleventh Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*”, J.C. Bergeron, N. Herscovics, C. Kieran (Eds.). Montreal: Universidad de Montreal, pp. 2-27 (1987).
- [3] M. Fullan. *Los nuevos significados del cambio en la educación*. Barcelona: Octaedro (2002).
- [4] S.M. Land y M.J. Hannafin. *The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments*. *Instructional Science*. Nº 25, 3(5), 167-202 (1997).
- [5] A. E. Lawson. *Equilibration, constructivism and the learning paradox*. Capítulo 4 (*Research on the acquisition of Science Knowledge: Epistemological foundations of cognition*) del “*Handbook of Research on Science Teaching and Learning*” (Ed. D. L. Gabel). Nueva York: MacMillan Publishing Co., pp. 149-176 (1994).
- [6] M.C. Linn y N.C. Burbules. *Construction of knowledge and group learning*. En “*The Practice of Constructivism in Science Education*”, K. Tobin (Ed.). Washington, DC: AAAS Press, pp. 91-119 (1993).
- [7] J. McKernan. *Investigación-acción y currículum: Métodos y recursos para profesionales reflexivos*. Madrid: Morata (1999).
- [8] M. Pérez y A. Garcías. *Nuevas estrategias didácticas en entornos digitales para la enseñanza superior*. En “*Didáctica y Tecnología Educativa para una universidad en un mundo digital*”, J. Salinas y A. Batista (Eds.). Universidad de Panamá: Imprenta Universitaria (2002).