

SISTEMAS INTELIGENTES PARA EL DISEÑO DE PROCEDIMIENTOS EQUILIBRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

RED DE INNOVACIÓN DOCENTE: MATEMÁTICAS BÁSICAS

Eduardo RAMOS MÉNDEZ, Ricardo VÉLEZ IBARROLA,
VÍCTOR HERNÁNDEZ MORALES, Javier NAVARRO FERNÁNDEZ,
Emilia CARMENA YAÑEZ, José Antonio CARRILLO RUIZ*

Resumen

Este trabajo contiene diversas ideas para adaptar la asignatura Matemáticas Básicas del Curso de Acceso Directo para mayores de 25 años al EEES. Dicha adaptación exige identificar las competencias que deben alcanzar los alumnos, de acuerdo con el paradigma del EEES. Asimismo, es preciso idear procedimientos para la evaluación de dichas competencias. Una primera aproximación que se aporta en este estudio se basa en elaborar un sistema inteligente que permita medir adecuadamente el nivel alcanzado en cada competencia.

Palabras clave: Evaluación de competencias, Sistemas inteligentes de evaluación.

Abstract

This paper includes several ideas to adapt the subject Matemáticas Básicas of the Foundation Course to EEES. This adaptation requires identifying the competences that the students must achieve, according to EEES paradigm. Also we need to elaborate procedures for evaluation of competences. One idea relies on designing an intelligent system which measures the level of each competence.

Key words: evaluation of competence, Intelligent systems of evaluation.

* Facultad de Ciencias. UNED. E-mail del coordinador: eramos@ccia.uned.es

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo general de nuestra investigación consiste en adaptar la asignatura Matemáticas Básicas del Curso de Acceso Directo para mayores de 25 años al modelo de enseñanza centrada en el desarrollo de competencias, paradigmático del EEES, dentro de la metodología de educación a distancia propia de la UNED. Según De Miguel, 2005, este objetivo general puede dividirse en las siguientes fases: identificar las competencias a alcanzar, describir las modalidades organizativas o escenarios para llevar a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje, identificar y valorar los métodos de trabajo a desarrollar en cada uno de estos escenarios, así como elaborar los procedimientos de evaluación que han de ser utilizados para verificar la adquisición de las metas propuestas.

Este trabajo se concentra en la tarea de identificar las competencias que, idealmente, deberían alcanzar los alumnos que siguen el Curso de Acceso Directo. En concreto, se pretende detallar las aptitudes, habilidades y destrezas más directamente relacionadas con la asignatura de Matemáticas Básicas que cursan los estudiantes de Humanidades o Ciencias Sociales. Para ello, se ha seguido la línea señalada por el denominado *Proyecto Tunning* (<http://www.unideusto.org/tuning>). Como es conocido, dicho proyecto ha seguido dos etapas, *Tunning Europa* y *Tunning América Latina*, coincidentes en líneas generales, aunque con apreciables diferencias en algunos aspectos, en particular, en aquellos relacionados con las competencias.

Por otra parte, se estudia la manera de diseñar un procedimiento de evaluación, que incluya aspectos formativos y sumativos, que sea equilibrado y de generación inteligente. Para ello, se pretende revisar el modelo de evaluación que se utiliza en el curso para adaptarlo al nuevo esquema de competencias. Dicho modelo utiliza, principalmente, un conjunto de pruebas objetivas. Su empleo es prácticamente obligado en un curso con las características de la asignatura *Matemáticas Básicas*: un elevado número de alumnos, numerosos formularios de examen, tanto para las pruebas de evaluación a distancia como para las pruebas presenciales de junio y septiembre, y un equipo docente integrado solamente por cuatro profesores, ninguno de los cuales tiene dedicación exclusiva a la asignatura pues comparten sus obligaciones docentes con otra materias de enseñanzas regladas que se imparten en la Universidad. Se trata, entonces, de replantear la evaluación, incorporando las exigencias derivadas de la formación en competencias. La idea consiste en valorar las cuestiones de evaluación con respecto a determinadas competencias previamente identificadas. Como se señalará oportunamente, esta idea presenta numerosas ventajas y conduce a una auténtica evaluación.

2. DISEÑO DEL TRABAJO REALIZADO

El proyecto Tuning ha diseñado una metodología propia para la comprensión del currículo. Como parte esencial de dicha metodología se distinguen los conceptos de *resultados del aprendizaje y competencias*, con el fin de diferenciar los papeles de los actores más importantes: el cuerpo docente y los estudiantes. El significado concreto de estos conceptos se encuentra en González y Wagenaar, 2003. Además, se consideran dos conjuntos diferentes de competencias: *genéricas*, que pueden generarse en cualquier campo y que son comunes a todas las disciplinas y *específicas*, que se relacionan con cada área temática.

Mediante la utilización de diversas consideraciones y estudios previos, Tunning elaboró una lista de treinta competencias genéricas que conforman el núcleo del paradigma para una educación centrada en el estudiante, para la definición de perfiles académicos y profesionales en las titulaciones y, en definitiva, para la creación de *Espacio Europeo de Educación Superior*. Los detalles pueden verse en González y Wagenaar, 2003. Una vez definidas las competencias, Tunning realizó una consulta a gran escala entre graduados, empleadores y académicos con el fin de identificar las competencias genéricas más importantes en cada uno de los campos académicos implicados. Aunque el grupo de competencias genéricas que se consideraron como más importantes era ligeramente distinto en las diferentes áreas de conocimiento, fue posible constatar una extraordinaria similitud en las respuestas obtenidas en los diversos campos. En todos ellos se identificaba como las más importantes a competencias académicas típicas, como la capacidad de análisis y síntesis o la capacidad de aprender y resolver problemas. Como comentario adicional, puede señalarse que el Proyecto Tunning para Latinoamérica presenta ciertas variantes en el listado de competencias genéricas con respecto al proyecto europeo. Los detalles pueden encontrarse en Beneitone y otros, 2007.

Por su naturaleza abstracta, las Matemáticas son de aplicación a cualquier disciplina pues identifican patrones que son comunes en muchas áreas diferentes. La capacidad de las matemáticas para desarrollar el razonamiento lógico, el rigor intelectual, la conceptualización, hacen de la disciplina una herramienta de manejo inexcusable para un universitario. Por ello, está comúnmente admitido por los especialistas en educación que a formación en Matemáticas es imprescindible para un universitario. Ello justifica la inclusión de elementos de matemáticas en el Curso de Acceso Directo, no sólo para las opciones científica y tecnológica, sino también para las opciones de humanidades y ciencias sociales. Si tenemos presente,

entre otras condiciones, los objetivos de formación, la relevancia de los diferentes apartados de la matemática para el universitario de «letras», las restricciones de tiempo y la metodología–didáctica a distancia propia de la UNED podemos establecer como adecuados las unidades didácticas que actualmente constituyen el programa de *Matemáticas Básicas*: Fundamentos, Aritmética y Álgebra, Geometría, Funciones, Probabilidad y Estadística (ver Hernández y otros, 2005).

Tunning investigó también la posibilidad de identificar competencias específicas en varias disciplinas, en particular, en Matemáticas. Para ello se creó una red temática centrada en el área que llegó a un conocimiento y consenso en torno a lo que constituye el núcleo esencial del área, véase González y Wagenaar, 2005. Por su parte, el Proyecto ALFA Tunning — América Latina — elaboró una lista más amplia y detallada de veintitrés competencias específicas para el área de Matemáticas, sometiéndolas a la valoración de grupos de académicos, graduados y estudiantes. Los detalles pueden consultarse en Beneitone, 2007. Dados los objetivos de nuestro proyecto, entendemos que no es preciso extendernos, al menos en esta fase, en esta nueva dirección que nos conduciría a investigar el alcance de dicha lista para nuestra materia.

Sobre la base de la metodología diseñada por Tunning nos planteamos el problema de identificar qué competencias, tanto genéricas como específicas, deberían alcanzar, idealmente, los alumnos de Matemáticas Básicas. Si queremos utilizar la lista elaborada por Tunning debemos notar que dichas propuestas hacen referencia a estudios dirigidos a obtener una titulación superior, por lo cual los objetivos son muy amplios y están orientados a la elaboración de un currículo. Éste no es el caso del Curso de Acceso. A nuestro juicio, este curso tiene un doble objetivo: por una parte sirve para preparar a los alumnos que desean ingresar en la universidad, proporcionándoles los conocimientos básicos de matemáticas que debe poseer un estudiante universitario, mientras que, por otra parte, ha de servir de criterio orientador para explorar las posibilidades de que un estudiante pueda enfrentarse con éxito a una determinada carrera superior, con frecuencia larga y plagada de obstáculos. No obstante, entendemos que los criterios generales del Proyecto Tunning pueden ser de aplicación a la asignatura Matemáticas Básicas, en particular, en lo que se refiere a la formación por competencias. Por tanto, vamos a limitarnos a seleccionar algunas competencias que puedan ser de aplicación al caso de nuestra asignatura. Esta selección servirá también para mantener la dimensión del problema de cómo realizar la evaluación dentro de unos límites manejables.

3. RESULTADOS

3.1. Selección de competencias

3.1.1. *Competencias genéricas*

Entendemos que las Matemáticas tienen un papel protagonista en el desarrollo de siguientes competencias genéricas de la lista de Tunning:

- CG1: Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2: Habilidades básicas de manejo del ordenador.
- CG3: Resolución de problemas.
- CG4: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

3.1.2. *Competencias específicas*

De las quince competencias específicas de Matemáticas relacionadas en la lista de Tunning, podemos seleccionar como más apropiadas para los objetivos de nuestro curso las siguientes:

- CE1: Profundo conocimiento de matemáticas elementales, es decir, aquellas que se estudian en la educación secundaria.
- CE2: Capacidad para construir y desarrollar argumentos matemáticos lógicos con clara identificación de las hipótesis y conclusiones.
- CE3: Capacidad para el pensamiento cuantitativo.
- CE4: Capacidad para extraer información cualitativa a partir de datos cuantitativos.
- CE5: Capacidad para formular problemas en forma matemática y simbólica, de modo que se facilite su análisis y solución.
- CE6: Capacidad para utilizar herramientas computacionales como ayuda al proceso matemático y para la adquisición de información adicional.
- CE7: Capacidad para modelar matemáticamente una situación del mundo real y para transferir los conocimientos matemáticos a contextos no matemáticos.

- CE8: Capacidad para comprender problemas y abstraer su parte esencial.
- CE9: Capacidad para formular problemas complejos de optimización y toma de decisiones y para interpretar sus soluciones en los contextos originales de los problemas.

Cabe hacer algunas observaciones acerca de la redacción concreta de las competencias que emplea Tunning. En particular, la expresión «*manejo del ordenador*» (CG2), puede entenderse de un modo amplio, incluyendo el uso de calculadoras científicas. A su vez, calificativos como «profundo» (CE1), «clara» (CE2), «complejo» (CE9), son apropiados para la formación de matemáticos profesionales, pero quizás deban ser matizados cuando se refiere a un curso preuniversitario, por lo que podrían ser modificados o incluso suprimidos. No obstante, entendemos que es preferible mantener la redacción original de Tunning siempre que se tenga presente el contexto en que se están considerando las correspondientes competencias.

3.2. Enseñanza, aprendizaje y evaluación basada en competencias

Las técnicas de enseñanza que se utilizan en la asignatura *Matemáticas Básicas* se basan en la metodología-didáctica propia de la UNED. Esencialmente, se dispone de:

- Materiales didácticos, principalmente impresos aunque existen materiales complementarios de carácter audiovisual.
- Canales de comunicación vivos a lo largo del curso, entre los que se incluyen:
 - Jornadas de guardias presencial y telefónica.
 - Curso virtual.
 - Programación radiofónica.
- Asistencia tutorial en todos los centros asociados.

Por lo que se refiere a las actividades de aprendizaje se basan, principalmente, en el estudio individual de los materiales didácticos, la asistencia a las sesiones de tutoría en los centros asociados y la participación en los foros del curso virtual.

En cuanto a la evaluación, se sigue un sistema de evaluación continua basado en tres elementos: pruebas de evaluación a distancia, informe del profesor tutor y pruebas presenciales. Debido a las características del curso tanto en las pruebas a distancia como en las presenciales se utiliza un modelo de pruebas objetivas basadas en cuestiones de elección múltiple. Las pruebas de evaluación a distancia son calificadas y comentadas con los alumnos por el correspondiente profesor tutor y significan el ingrediente *formativo* de la evaluación, de forma que conducen a la valoración global del trabajo del alumno a lo largo del curso que realiza el profesor tutor en el informe que remite, antes de las pruebas presenciales, al equipo docente. Las pruebas presenciales constituyen el elemento *sumativo* de la evaluación. La calificación definitiva del curso es una combinación convenientemente ponderada de los elementos que acabamos de señalar.

3.3. Evaluación por competencias

Es evidente que los criterios de evaluación han de estar bien diseñados para cumplir su razón de ser, como es medir el grado de obtención de los resultados del aprendizaje y demás objetivos de un programa de estudios. Por ello, es necesario que estén bien definidos y resulten claros a todos los implicados en el proceso. En el caso de la UNED, hay que tener presente no sólo a los alumnos sino también, y de una manera especial, a los profesores tutores, dado que participan en la evaluación continua. La utilización de un sistema de pruebas objetivas supone, de partida, un gran paso de cara a la nitidez del criterio de evaluación. Sin embargo, el procedimiento puede perfeccionarse si se seleccionan cuestiones de evaluación que conduzcan a formularios de examen equilibrados, no sólo en su dificultad teórica sino también como medida de las competencias que se desea evaluar.

Nuestro objetivo consiste en tratar de formular cuestiones de evaluación, tanto para las pruebas a distancia como para las pruebas presenciales, que permitan comprobar el nivel de formación por competencias que tiene el alumno. Para ello, asignamos a cada cuestión un índice, por cada una de las competencias consideradas, que permita medir la intensidad con que una cuestión dada valora determinada competencia. Dichos índices pueden darse en una escala numérica que, siguiendo la metodología Tunnig para valorar la importancia de competencias, podemos extender desde cero hasta cuatro, tomando únicamente valores enteros. Es decir, tendremos la tabla siguiente:

Valor del índice para la competencia i	Grado en que la cuestión j valora la competencia i
0	Nulo
1	Bajo
2	Medio
3	Alto
4	Máximo

De esta forma, cada cuestión de evaluación j tendrá asociado un vector de números enteros $n_{1j}, n_{2j}, \dots, n_{ij}, \dots, n_{mj}$, donde $n_{ij} = 0, 1, 2, 3, 4$ es la intensidad con que la cuestión j valora la competencia i , con $i = 1, 2, \dots, m$, siendo m el número de competencias consideradas. En nuestro caso, dado que estamos considerando cuatro competencias genéricas y nueve específicas, resulta $m = 13$.

Veamos a continuación cómo asignar valores a los índices. En las referencias que se han manejado no hemos encontrado una descripción amplia del significado de cada una de las competencias del listado Tunngig. Entendemos que sería interesante profundizar más en la interpretación de cada uno de los enunciados de las competencias, así como su relación con los contenidos tradicionales de los programas de estudios y de las actividades de aprendizaje. Esta tarea necesita, sin duda, un estudio más profundo. En el momento actual, contemplaremos el significado de las competencias de un modo genérico. En este contexto, la asignación de valores a los índices estará encomendada a expertos, por ejemplo, a cada uno de los miembros del equipo docente de manera individual y a los profesores tutores. La valoración definitiva de cada cuestión puede obtenerse mediante algún resumen estadístico, como la media, o mejor aún la mediana o incluso la moda, de la distribución estadística. Una vez que se dispone de un amplio conjunto de cuestiones de evaluación y sus correspondientes vectores de valoración, hay que diseñar un método para seleccionar un determinado número de cuestiones N , por ejemplo $N = 10$, para completar un formulario de examen. Pero dicha selección no será arbitraria. Antes bien, el conjunto de preguntas seleccionadas para integrar el formulario deberá cumplir una serie de condiciones, previamente determinadas, con respecto a su capacidad para valorar competencias. Nuestra propuesta es incluir condiciones como las que se indican a continuación:

- Condición 1: *El valor medio del índice asociado a la competencia i a lo largo del formulario de examen ha de ser mayor o igual que un valor dado a_i :*

$$\sum_{j=1}^N \frac{n_{ij}}{N} \geq a_i \quad i = 1, \dots, m$$

- Condición 2: *El valor mínimo del índice asociado a la competencia i a lo largo del formulario de examen ha de ser mayor o igual que un valor dado b_i :*

$$\text{Min}\{n_{ij} | j = 1, \dots, N\} \geq b_i \quad i = 1, \dots, m$$

En la práctica, la manera de llevar a cabo esta tarea consiste en diseñar un sistema informático apropiado. Así, el encargado de preparar los formularios de evaluación no tendría más que introducir el número de preguntas deseado y el conjunto de condiciones que deben cumplir mientras que el sistema se encargaría de la selección y elaboración del cuestionario.

El procedimiento propuesto tiene numerosas ventajas de cara a la evaluación por competencias. Entre ellas podemos destacar:

- Simplicidad en la elaboración de formularios de examen.
- Formularios equilibrados.
- Auténtica evaluación de competencias.
- Posibilidad real de una evaluación continua, al facilitar la preparación de formularios incluso particularizados para cada centro, fechas, etc.
- Posibilidad de hacer no sólo una evaluación sumativa, sino una auténtica evaluación formativa dado que:
 - Se puede evaluar individualmente el nivel de cada alumno en cada una de las competencias.
 - Se pueden fijar niveles mínimos en cada una de las competencias de cara a la evaluación presencial sumativa.
 - Se pueden detectar las carencias de formación de cada alumno en cada uno de los resultados del aprendizaje.
 - Se puede recomendar a cada alumno el refuerzo en las actividades de aprendizaje que se consideren necesarias para alcanzar el nivel adecuado en cada competencia.

3.3.1. Algunos ejemplos de cuestiones de evaluación y su valoración en competencia

A modo de ejemplo presentamos a continuación algunas cuestiones extraídas del texto base de la asignatura Matemáticas Básicas, Hernández, Ramos, Vélez y Yáñez, 2005, junto con su posible valoración en competencias de acuerdo con los criterios del equipo docente:

Cuestión 1

El razonamiento

$$\begin{array}{l} r \rightarrow (s \rightarrow t) \\ r \\ \hline s \rightarrow r \end{array}$$

- Es lógicamente válido.
- Es una falacia.
- Es válido o falaz según los valores de verdad de las proposiciones que lo forman.

Cuestión 2

Si B es el conjunto $\{1,2,3,4\}$ y f es una aplicación $f: A \rightarrow B$ de un conjunto A en B , para que f sea sobreyectiva

- A debe tener al menos 4 elementos.
- A debe tener menos de 4 elementos.

El número de elementos de A puede ser menor o mayor que 4, dependiendo de cuál sea la aplicación f .

Cuestión 3

Un combinado se obtiene mezclando $1/6$ de ginebra, $1/8$ de martini y completando a partes iguales con soda y zumo de limón. Entonces en una copa la cantidad de zumo de limón es:

- Menor que la cantidad de ginebra y martini juntas.
- Igual que la cantidad de ginebra y martini juntas.
- Mayor que la cantidad de ginebra y martini juntas.

Cuestión 4

Si M es la cantidad mensual que una persona gasta en su manutención y V es la cantidad mensual que gasta en vivienda, una ecuación que expresa que el gasto en manutención supera en 300 euros al 80% del gasto en vivienda es:

- a) $M + 300 = 0.8V$
- b) $M + 0.8V - 300 = 0$
- c) $M + 0.8V - 300 = 0$

Cuestión 5

Juan tiene una cantidad de dinero que le permite comprar una entrada de cine y un refresco sobrándole en este caso 4 euros, o bien invitar a una amiga al cine en cuyo caso no le sobra nada. Sabiendo que una entrada de cine cuesta tres veces más que un refresco ¿cuánto dinero tendría que pedir prestado Juan para que él y su amiga pudiesen ir al cine y tomar un refresco cada uno?

- a) 3.5 euros.
- b) euros.
- c) euros.

Cuestión 6

A distancia $3\sqrt{5}$ del punto $(-3,2)$ se encuentra el punto:

- a) $(-2,-1)$
- b) $(1,-4)$
- c) $(3,-1)$

Cuestión 7

La región del plano definida por $x^2 + y^2 - 2x + 3y \leq 5$ representa un círculo de área

- a) 24.38
- b) 25.92
- c) 27.12

Cuestión 8

La posición de un móvil en el instante t es $f(t) = (1 - t^2)^3$, entonces su velocidad en el instante $1/2$ es:

- a) -1.5
- b) $-27/16$
- c) $-3/4$

Cuestión 9

Cien alumnos de un instituto se han clasificado según el color de los ojos y el color del pelo. La tabla siguiente muestra el número de alumnos en cada categoría.

	Pelo negro	Pelo castaño	Pelo rubio
Ojos oscuros	30	15	10
Ojos claros	10	20	15

Si elegimos un alumno al azar y no tiene los ojos claros, ¿cuál es la probabilidad de que tenga el pelo negro?

- a) $4/11$
- b) $5/11$
- c) $6/11$

Cuestión 10

Una prueba consiste en tres exámenes que se valoran de 0 a 10 cada uno. La nota del primer examen es un 30% de la nota final de la prueba, la del segundo examen es un 20% y la del tercero un 50%. Una persona ha obtenido un 6 en el primer examen y un 5 en el segundo. Como mínimo, ¿qué nota debe tener en el tercer examen para que su nota final sea mayor o igual que 7?

- a) Al menos 8.4
- b) Al menos 9.1
- c) Es imposible

Valoración del índice en la competencia													
Cuestión	CG1	CG2	CG3	CG4	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9
1	4	0	0	3	1	4	0	0	2	0	4	4	0
2	3	1	1	3	2	0	2	1	2	1	0	4	0
3	4	2	4	4	4	1	2	4	3	2	3	3	1
4	3	1	4	3	4	1	1	1	4	4	4	3	2
5	3	2	4	2	3	2	2	2	4	4	4	3	1
6	3	2	3	3	3	1	1	1	1	3	2	2	2
7	2	2	2	2	21	0	1	0	1	3	2	2	1
8	4	3	4	4	4	1	1	2	2	4	4	4	3
9	3	3	4	4	2	2	3	4	2	2	4	4	1
10	4	3	4	4	2	3	4	4	1	3	3	3	1

4. CONCLUSIONES

La adaptación de la asignatura *Matemáticas Básicas* al EEES exige la identificación de las competencias que deben alcanzar los alumnos y el modo de evaluar la adquisición de dichas competencias. En este trabajo hemos seleccionado algunas competencias, tanto genéricas como específicas, de entre las propuestas por el Proyecto Tunning, que resultan más adecuadas para la formación que debe proporcionar el Curso de Acceso para mayores de 25 años. Por otra parte, presentamos un nuevo sistema de evaluación de competencias que presenta numerosas ventajas y permite una auténtica evaluación, formativa y sumativa, adecuada al modelo de enseñanza por competencias. Este sistema es susceptible de ser utilizado de manera inteligente para la preparación de formularios de evaluación.

Somos conscientes de que se necesita realizar un estudio en mayor profundidad junto con el correspondiente análisis de su aplicación en la práctica. Esto abre paso a futuras investigaciones que pueden ser motivación para la continuación del presente proyecto.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BENEITONE, P. y otros (2007): Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina: Informe Final — Proyecto Tunning — América Latina, 2004-07, Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.
- COMITÉ DE GESTIÓN DE TUNNING (2006): Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe: La contribución de las universidades al proceso de Bolonia, Sócrates Tempus.
- DE MIGUEL, M. (2005): Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias, Universidad de Oviedo.
- GONZÁLEZ J. y R. WAGENAAR (Eds.) (2003): Tuning Educational Structures in Europe: Final Report Phase One, Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.
- GONZÁLEZ J. y R. WAGENAAR (Eds.) (2005): Tuning Educational Structures in Europe II: Universitie' contribution to the Bologna Process, Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.
- HERNÁNDEZ, V.; E. RAMOS; R. VÉLEZ e I. YÁÑEZ (2005): *Introducción a las Matemáticas*, 3.ª edición, Ediasa.