



# ALGUNAS COMPETENCIAS PROFESIONALES DE LOS PROFESORES QUE IMPARTEN ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS

Miguel Ángel López Guerrero y Raquel Martínez Lucas

Departamento de Matemáticas de la UCLM, Escuela Politécnica de Cuenca  
[mangel.lopez@uclm.es](mailto:mangel.lopez@uclm.es) – [raquel.martinez@uclm.es](mailto:raquel.martinez@uclm.es)

**Resumen:** Destacamos la importancia que tiene para la docencia de las asignaturas de matemáticas en los estudios universitarios profesionalizantes, que el profesor adapte los contenidos de las matemáticas a los problemas reales de cada titulación, que use los términos técnicos propios de la profesión y que el profesor conozca las competencias profesionales para los que habilita la titulación. Se presenta un ejemplo de cómo motivar el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias como aplicación a la edificación.

**Palabras clave:** docente, educación superior, competencias profesionales.

## 1.- INTRODUCCIÓN

En esta comunicación nos centramos en las asignaturas de fundamentos matemáticos de la rama de conocimiento de “Ingeniería y Arquitectura”, pero estas reflexiones podrían ser extrapolables a otras asignaturas y a otras ramas de conocimiento.

Los fundamentos básicos de las asignaturas de matemáticas que se imparten en la rama de conocimiento de “Ingeniería y Arquitectura” son prácticamente los mismos, pero deben adaptarse a la titulación en la que se imparten. No es lo mismo impartir clase, por ejemplo, en el Grado en Ingeniería de Edificación que en otra ingeniería. Los profesores que imparten estas asignaturas deben tener algunas competencias profesionales específicas. En esta comunicación nos vamos a centrar en tres que creemos son de especial interés. Queremos destacar la importancia que tiene para la docencia de las matemáticas que el profesor conozca las competencias profesionales que los estudiantes adquirirán cuando finalicen sus estudios. Es importante que se adapten los contenidos de las matemáticas a los problemas reales de cada titulación y que se desarrollen ejercicios de aplicación. También es necesario e importante que el docente utilice los términos técnicos usados en esa profesión.

En la Escuela Politécnica de Cuenca se imparten las asignaturas de matemáticas correspondientes a los títulos del Grado en Ingeniería de Edificación y del Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación y, aunque las asignaturas de matemáticas son materias básicas que deben impartirse en las dos titulaciones, los profesores que las impartimos procuramos no utilizar las mismas motivaciones y ejercicios de aplicación para las dos titulaciones. Así, por ejemplo, en Edificación se motiva el estudio de las matrices de la siguiente forma:

Las matrices representan herramientas convenientes para la sistematización de cálculos laboriosos, ya que proveen una notación compacta para almacenar información y describir relaciones complicadas. Son muchas las aplicaciones de las matrices: resolución de

sistemas, valores propios, programación lineal, facilitan el estudio de espacios vectoriales y homomorfismos; son necesarias para el estudio de formas bilineales, formas cuadráticas, cónicas, en modelos de situaciones de mercado, en el estudio de estructuras arquitectónicas y resistencia de materiales (matrices de flexibilidad y rigidez), en transformaciones geométricas (matrices de transformación), en el estudio de cualquier relación entre dos conjuntos (matrices de conexión), etc.

Si nos centramos en las matrices de conexión y lo aplicamos a una planta de una vivienda unifamiliar, donde numeramos cada espacio y establecemos la relación “estar conectados directamente” (sin otro espacio intermedio), el grafo puede expresarse mediante la matriz de conexión obtenida siendo especialmente útil para establecer, no solo las interrelaciones entre los diferentes espacios habitables, sino también los posibles caminos entre cualquiera de ellos, etc.

En Telecomunicación presentamos las matrices de una forma parecida, pero si nos centramos en las matrices de conexión, lo que se presenta no es la planta de una vivienda unifamiliar sino el mapa de conectividad de una red de telecomunicaciones, ya que podemos abstraer estas redes mediante grafos y a continuación generar la representación matricial del grafo.

En esta comunicación nos vamos a centrar en el Grado en Ingeniería de Edificación, anterior título de Arquitectura Técnica, donde tenemos una experiencia en la docencia de las matemáticas que se remonta al curso académico 1995/1996.

Finalmente se presenta un ejercicio de aplicación de las matemáticas a un problema real de esta titulación, donde presentamos cómo motivar el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias mediante el cálculo del espesor mínimo de cada una de las columnas que sostienen la terraza de un restaurante (véase [3]).

## **2.- COMPETENCIAS PROFESIONALES DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICAS**

Toda actividad exige la presencia de un número variado de competencias para ser realizada con calidad. En [6] se define competencia como el “conjunto de conocimientos y habilidades que los sujetos necesitamos para desarrollar algún tipo de actividad”. Según Bozu y Canto ([1]), “las competencias profesionales del profesorado universitario se pueden definir como el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios para realizar una docencia de calidad. Esto es, lo que han de saber y saber hacer los profesores/as para abordar de forma satisfactoria los problemas que la enseñanza les plantea”.

Muchas son las personas que presentan una tendencia a rechazar las matemáticas. Esto es debido a diversos factores. Por un lado, la precariedad en la enseñanza de las matemáticas, la cual debería partir de la realidad, viendo cómo han surgido los distintos conceptos matemáticos, en la mayoría de los casos de una necesidad de explicar la realidad física. Hay que hacerlas tan atractivas como realmente son, una herramienta muy potente cuando se las maneja bien. Por otro lado, la dificultad que tiene el manejar símbolos y el hecho de que tratan fundamentalmente de abstracciones, más difíciles de aprehender que las realidades concretas.

Por lo general a las demás ciencias no les interesa una excesiva formalización matemática, sino las ideas de fondo y el manejo ágil de las matemáticas como instrumento esencial para ellos. Lo que no quiere decir que las matemáticas pierdan su formalidad, necesaria para resolver los problemas con rigor, sino que interactúen con las otras ciencias de las que surgen siempre interesantes problemas matemáticos que conducen al progreso de ambas ciencias. Esto no quiere decir que las matemáticas deberían explicarse directamente solo a través de ejemplos, ya que para poder aplicarlas han de ser entendidas en su generalidad y además el campo de las matemáticas donde un Técnico se debe mover no está cubierto suficientemente por ejemplos. Deberían explicarse tratando de dar todas las referencias posibles acerca de las aplicaciones de dichos conceptos, así como de su posible origen en las ciencias experimentales. En líneas generales, pensamos que el objetivo básico que comparten todas las asignaturas de la materia de fundamentos matemáticos de la rama de conocimiento de "Ingeniería y Arquitectura", es el de transmitir el sentido y la utilidad de la matemática como herramienta a nivel conceptual y de cálculo, sin olvidar su utilidad como método científico.

Así pues, creemos que las competencias profesionales mínimas que debe tener el profesor que imparte la materia de fundamentos matemáticos en la rama de conocimiento de "Ingeniería y Arquitectura" son (véase [5]):

- a) Ayudar a aprender de forma sistemática y lógica, tendiendo hacia una educación de la inteligencia en el razonamiento matemático.
- b) Ejercitar la actividad creadora y descubridora de los estudiantes.
- c) Conocer las competencias profesionales que el estudiante adquirirá cuando finalice sus estudios.
- d) Utilizar problemas relacionados con disciplinas de la titulación o de aplicación a problemas reales, evitando en lo posible los ejemplos abstractos.
- e) Mostrar el mayor número posible de aplicaciones usando los términos técnicos propios de la profesión.
- f) Destacar los aspectos cuantitativos de la matemática, poniendo de manifiesto la importancia actual de los ordenadores en el trabajo.
- g) Suplir ciertas demostraciones engorrosas y de poco valor formativo y pedagógico para los estudiantes por ejemplos o representaciones gráficas que den verosimilitud al resultado.
- h) Conectar la teoría y la práctica.
- i) Situar a los estudiantes ante problemas que recorran las tres fases características que se presentan en la aplicación de la matemática al estudio de fenómenos reales:
  - 1) Planteamiento o abstracción del problema.
  - 2) Razonamiento lógico-matemático.
  - 3) Interpretación real de los resultados.
- j) Colaborar con profesores de otras áreas y departamentos para poner de manifiesto sus necesidades específicas.

Si analizamos todo lo anteriormente expuesto se considera necesario e imprescindible que el profesor ilustre a los estudiantes con problemas relacionados con otras disciplinas de la titulación y que estos den solución a problemas reales de la profesión, por lo que resulta necesario que utilice los términos técnicos de la profesión y que conozca las competencias profesionales que el estudiante adquirirá cuando finalice sus estudios.

Centrándonos en el Grado en Ingeniería de Edificación, vamos a exponer cómo se pueden conseguir estas tres competencias específicas.

**1.-** Las competencias profesionales para las que habilita la titulación podemos conocerlas a través de la ORDEN ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico (véase [2]). En esta Orden se detallan las ocho competencias profesionales que debe alcanzar el titulado.

Por lo tanto, creemos que el docente debe estar al día sobre las atribuciones profesionales de los titulados, con el fin de conocer cuáles son los aspectos de su disciplina que le son más necesarios y útiles en el ejercicio laboral y, en consecuencia, establecer matizaciones sobre los contenidos del programa y sobre la conveniencia de incidir con mayor o menor profundidad en algunos aspectos concretos del mismo.

**2.-** Para adaptar los contenidos de las matemáticas a los problemas reales de la titulación, se ha desarrollado un proyecto de innovación docente titulado “Diseño Curricular de Matemáticas para el Grado en Ingeniería de Edificación,” en el que han participado 11 universidades españolas y en el que se ha pretendido seleccionar de manera objetiva los contenidos matemáticos que deben impartirse en el Grado en Ingeniería de Edificación. Para ello, se ha elaborado un cuestionario que posteriormente ha sido cumplimentado por cada una de las asignaturas de la titulación, obteniendo así los ítems prioritarios de contenidos que deben formar parte del currículum de las asignaturas de matemáticas a través de unos indicadores objetivos: la *frecuencia* y la *importancia* (véase [4]).

La variable frecuencia asigna a cada ítem del cuestionario una puntuación, que permite ordenarlos de mayor a menor según la frecuencia de aparición y uso en la titulación completa. De manera equivalente se hace con la variable importancia. A partir de estos datos se llega a una única clasificación de los ítems, teniendo en cuenta ambas variables simultáneamente.

En el cuestionario, cada asignatura se ha pronunciado afirmando o negando la utilización de cada uno de los ítems en su área de conocimiento y, en su caso, matizando si su necesidad en el desarrollo curricular ha de considerarse *poco frecuente*, *frecuente*, *muy frecuente* o *permanente*. Entonces, y a partir de esta información particular de cada asignatura, se ha de dar razón de la frecuencia en el conjunto de la titulación de cada uno de los ítems.

De la misma manera se discriminan los ítems por su importancia; es decir, la relevancia que se otorga a cada ítem, como soporte y fundamento científico, en la construcción del conocimiento propio de cada una de las asignaturas restantes. Con este propósito, se clasifican los ítems, en el caso de necesitarse, como *poco importante*, *importante*, *muy importante* o *esencial*. Entonces, y a partir de esta información particular de cada asignatura, se ha de dar razón de la importancia de cada uno de los ítems en el conjunto de la titulación.

No se trata solo de seleccionar, también se pretende discriminar los contenidos más importantes con el propósito de dotarles de una mayor dedicación y profundidad en el

desarrollo curricular posterior de la asignatura. Así pues, se han conseguido unas tablas que reflejan las puntuaciones de frecuencia e importancia obtenidas. También se han clasificado los ítems en cinco grupos de prioridad (véase [4]).

Todos estos ítems deben ir acompañados de una colección de problemas profesionales. No se pretende la realización de una colección de problemas académica más, cuyo objetivo principal sea practicar y adquirir soltura en la aplicación de la teoría, sin analizar su transferencia a la realidad. Su finalidad fundamental, aunque no sea la única, es la aproximación de las asignaturas de matemáticas a las auténticas necesidades requeridas por la sociedad. Así pues, nos concierne investigar qué matemáticas subyacen en las competencias profesionales de nuestros egresados, contextualizarlas y hacerlas funcionar ahí donde verdaderamente son útiles. Consecuentemente, el contenido de los problemas de la colección debe centrarse, sin excepción, en el planteamiento de actividades profesionales reales, con un alto índice de verosimilitud y con datos coherentes y verdaderos. Su enfoque debe reflejar fielmente el campo de la práctica de la profesión en su propio contexto y con sus propias formas de expresión. Finalmente, su resolución debe requerir el desarrollo de los modelos propios de cualquier ingeniería.

En este sentido un grupo de profesores de matemáticas hemos elaborado un libro de *Problemas resueltos de matemáticas para la edificación y otras ingenierías* (véase [3]), en el que pretendemos conectar las matemáticas con la realidad de la construcción. En este texto se presentan numerosos ejemplos que permiten hacer el seguimiento desde la intuición del problema real hasta la formalización y la solución matemática. Se pretende hacer inteligible el conocimiento científico mediante problemas reales. Actualmente se está elaborando otro libro en esta línea en el que participan cinco universidades públicas españolas.

**3.-** Para el uso de los términos técnicos propios de la profesión es muy interesante que el profesor disponga de documentos que puedan ayudar a su aprendizaje y manejo, como puede ser: utilizar algún diccionario básico de la construcción (véase, por ejemplo, [7]); usar libros de matemáticas aplicadas a problemas reales de la edificación (véase, por ejemplo, [3]); algún texto relacionado con la Ordenación de la Edificación como la LOE o el Código Técnico de la Edificación; asistir a conferencias de información técnica relacionadas con la titulación; manejar bibliografía de otras materias, como por ejemplo, libros que traten la resistencia de materiales, leer artículos en revistas especializadas; colaborar en diferentes proyectos con otros profesionales y profesores de la titulación; codirigir trabajos Fin de Grado a los estudiantes, etc.

### **3.- EJEMPLO**

Ahora presentamos un ejemplo de aplicación de las matemáticas utilizado en el Grado en Ingeniería de Edificación, en el que se motiva el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias mediante el cálculo del espesor mínimo de cada una de las columnas que sostienen la terraza de un restaurante.

Podemos presentar al estudiante el estudio de las ecuaciones diferenciales diciendo que es una de las ramas de las matemáticas con mayor número de aplicaciones en otras disciplinas científicas; que se utilizan en todas las ramas de la ingeniería y que sirven para

el modelado de fenómenos físicos. La importancia de las ecuaciones diferenciales es que muestran cómo la modelización de problemas reales conduce naturalmente a una ecuación diferencial cuya integración resuelve el problema planteado. Algunos casos concretos de aplicaciones de las ecuaciones diferenciales en el campo de la construcción son el cálculo de estructuras, el estudio de la resistencia de materiales, la propagación del calor a lo largo de una viga, la ventilación del garaje subterráneo de un edificio, etc.

Una ecuación diferencial es una ecuación en la que aparecen derivadas de una o varias variables dependientes respecto a una o varias variables independientes. Si solo aparecen derivadas respecto a una sola variable independiente la ecuación se llama Ecuación Diferencial Ordinaria. Si las derivadas aparecen respecto a dos o más variables independientes la ecuación recibe el nombre de Ecuación en Derivadas Parciales.

### Problema (Véase [3])

Uno de los laterales de la terraza de un pequeño y rústico restaurante se sostiene sobre una hilera de columnas, con el propósito de evitar el pronunciado desnivel del terreno.

Se trata de columnas tubulares de aluminio con un diámetro exterior  $d$  de 125 mm y una altura  $h$  de 4.15 m (véase la Figura 1). La base de cada columna está empotrada en la cimentación, mientras su capitel está soportando el forjado que constituye el suelo de la terraza como un elemento articulado sin posibilidad de desplazamiento lateral. Cada columna debe aguantar un peso de compresión  $P$  de 200 kN.

¿Cuál será el espesor mínimo  $v$  requerido de la columna? Tómese un factor de seguridad  $n=3$  con respecto al pandeo de Euler. Para el aluminio utilícese 72 GPa como módulo de elasticidad.

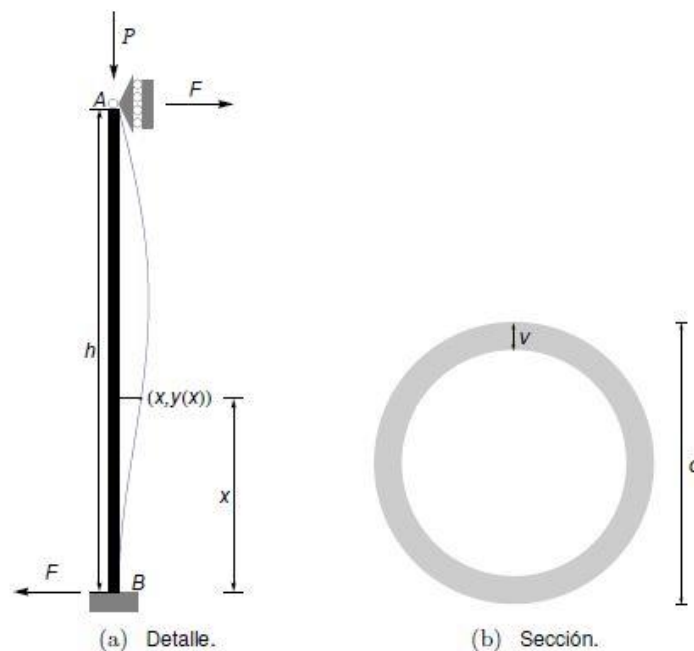


Figura 1. Detalle de la columna.

#### 4. CONCLUSIONES

Los profesores que imparten contenidos de matemáticas deben tener unas competencias profesionales específicas, además de otras propias para la docencia en la rama de conocimiento de “Ingeniería y Arquitectura”. En las titulaciones profesionalizantes de esta rama el profesor de matemáticas, como mínimo, debe: 1) Conocer las competencias profesionales para los que habilita la titulación; 2) Adaptar los contenidos de las matemáticas a los problemas reales de cada titulación y 3) Usar los términos técnicos propios de la profesión.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Bozu, Z. y Canto, P.J. “El profesorado universitario en la sociedad del conocimiento: competencias profesionales docentes”. *Revista de Información e Innovación Educativa Universitaria*. 2, pp. 87-97 (2009).

[2] España. ORDEN ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Arquitecto Técnico. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de diciembre 2007.

[3] Moreno, J., López, M.A. y otros. *Problemas resueltos de matemáticas para la edificación y otras ingenierías*. Madrid, Paraninfo, 2011.

[4] Moreno, J. “Primeros resultados del proyecto Diseño Curricular de Matemáticas en Ingeniería de Edificación y Afines”. *Actas del segundo congreso para la enseñanza de las matemáticas en Ingeniería de Edificación*. pp.15-53. Valencia, Editorial de la UPV, 2013.

[5] Nieto, E. Callejas, A.I. y Jerez, O. (Coordinadores). *Las competencias básicas. Competencias profesionales del docente*. Cuenca, Ediciones de la UCLM, 2013.

[6] Zabalza, M.A. *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid, Narcea, 2003

[7] Zurita, J. *Diccionario básico de la construcción*. Barcelona, Ceac, 1994.