

Título proyecto: Computational assessing model based on performance and dynamic assignment of curriculum contents.

Alumno doctorado: Francisco Mínguez Aroca

La educación tradicional se ha basado en el contenido curricular. Actualmente ha evolucionado y, si bien los contenidos se consideran importantes, éstos deben ser integrados en una visión más amplia desde el punto de vista de las competencias matemáticas que deben alcanzar los estudiantes de ingeniería [SEFI11].

El proyecto danés KOM [Ns03a],[Ns03b] establece una categorización en ocho competencias (pensando matemáticamente; proponiendo y resolviendo problemas matemáticos; modelizando matemáticamente; razonando matemáticamente; representando entidades matemáticas; usando símbolos matemáticos y lenguaje formal; comunicando en, con y hacia las matemáticas y haciendo uso de ayudas y herramientas) y tres dimensiones (grado de cobertura, radio de acción y nivel técnico) que pretenden prescribir el nivel educativo o perfil que deben alcanzar los estudiantes de ingeniería. Estos pueden ser utilizados para analizar o prescribir con más detalle lo que se pretende que los estudiantes alcancen a un cierto nivel educativo o para un determinado programa educativo.

Por otra parte, OECD PISA [PISA09] proporciona una estructuración de las competencias en cuatro niveles llamados clústeres que serán adaptados a la educación en matemáticas de los ingenieros.

El objetivo del presente proyecto de tesis es, en primer lugar, establecer una categorización de las competencias a alcanzar en los estudios de matemáticas de los programas de ingeniería siguiendo las recomendaciones del proyecto KOM y del documento PISA y asignar contenidos específicos a alguno de los clústeres antes mencionados [Ap11],

Se pretende, además, generar un grafo de las distintas competencias dado que existen interacciones entre ellas y algunas son predecesoras de otra(s) de mayor nivel. Para cada competencia es necesario asociar contenidos específicos y procedimientos de evaluación [BA92].

Cada competencia concreta es un nodo de un grafo que representa la competencia matemática global a alcanzar por los estudiantes de ingeniería. Asociado a cada nodo hay una serie de elementos a evaluar que permitirán considerar que se ha alcanzado el nivel adecuado en la competencia que representa.

En el proceso anterior hay una serie de elementos implicados a considerar:

- Sesiones formativas presenciales dirigidas por el profesor.
- Prácticas en laboratorio de resolución de problemas.
- Actividades fuera del aula.
- Trabajos en grupo

Adicionalmente, para cada uno de los elementos descritos hay que establecer métricas que permitan evaluar el nivel alcanzado [BL03].

Puesto que las distintas competencias son nodos de un grafo parcialmente ordenado, el nivel alcanzado en cada una de ellas contribuye en cierta medida en la obtención de parte de las competencias de nodos superiores.

Mediante un sistema de pesos asignados a los arcos del grafo se puede predecir el nivel a alcanzar en los nodos superiores y de esta forma establecer un modelo predictivo sobre el nivel objetivo global asumiendo un esfuerzo de estudio continuado y constante de los alumnos.

Dado que diferentes alumnos presentarán capacidades de aprendizaje distintas, niveles no homogéneos previos, motivación y esfuerzo, el modelo debe ser capaz de ajustar el volumen de esfuerzo exigido mediante la cantidad de ítems a desarrollar en el tiempo, evaluar el nivel alcanzado y computar el grafo completo de competencias. A lo largo de este proceso, niveles no alcanzados en ciertas competencias pueden poner de manifiesto que el nivel alcanzado en nodos previos podría no haber sido adecuadamente evaluado y se requerirá de determinados ajustes de volumen de trabajo para su corrección.

Se trata, en esencia, de implementar un modelo de evaluación continuada que garantice, por una parte, la consecución de los objetivos globales y, por otra, la adecuación desatendida del volumen de trabajo requerido y la particularización de los contenidos a las características propias de cada alumno. Para ello será necesario el apoyo de elementos de trabajo basados en tecnología y herramientas educativas como un complemento decisivo a los procedimientos clásicos de evaluación.

En la metodología de trabajo hay que establecer un procedimiento de evaluación de este sistema de trabajo que permita concluir en una mejora de los objetivos generales del programa. El trabajo de campo será desarrollado con las asignaturas de Matemáticas en el grado de Ingeniería Aeroespacial de la Universitat Politècnica de València.

Futuras líneas de investigación podrían versar sobre el establecimiento de grafos de competencias para otras materias en los programas STEM y sus relaciones entre ellas.

Referencias:

[Ap11] Alpers, B (2011). Using mathematical competencies for specifying a mathematics curriculum for engineers. Aalen University – Hochschule Aalen, pp. 1-5

[BA92] Barry, M.D.J., Steele, N.C. (Eds.) (1992). A Core Curriculum in Mathematics for the European Engineer. SEFI Document 92.1, Brussels: SEFI.

[BL03] Blomhoj, M., Jensen, T.H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning, Teaching mathematics and its applications, 22(3), pp. 123-139.

[Bo04] Bowden, J.A. (2004). Capabilities-driven curriculum design. In: Baillie, C., Moore, I. (Eds.), *Effective learning and teaching in engineering*, Abingdon: Routledge, pp. 36-48.

[Ca08] Cardella, M. (2008). Which mathematics should we teach engineering students? An empirically grounded case for a broad notion of mathematical thinking. *Teaching Mathematics and its Applications* 27(3), pp. 150-159.

[CI00] Clements, D.H. (2000). From exercises and tasks to problems and projects. Unique contributions of computers to innovative mathematics education, *Journal of Mathematical Behavior*, 19, pp. 9-47.

[CW05] Conole, G., Warburton, B. (2005). A review of computer-assisted assessment, *ALT Journal, Research in Learning Technology*, 13(1), pp. 17–31.

[EH05] Engelbrecht, J., Harding, A. (2005). Teaching undergraduate mathematics on the web. Part 1: Technologies and taxonomy, *Educational Studies in Mathematics*, 58(2), 235–252.

[Je07] Jensen, T.H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. In: Haines, C., Galbraith, P., Blum, W., Khan, S. (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, Chichester: Horwood, pp. 141-148.

[La04] Lawson, D. (2004). Supporting the Transition from School Mathematics to University Mathematics. In: Demlova, M., Lawson, D. (Eds.), *Proceedings of the 12th SEFI Maths Working Group Seminar in Vienna 2004*. Prague: CVUT, pp. 34-40.

[Le08] Lehtonen, K. (2008). Testing and Teaching Mathematics with Interactive Online Technology, *Proc. of the 14th SEFI MWG seminar* (eds. M. Demlova, D. Lawson), Loughborough 2008

[Ns03a] Niss, M. (2003a). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis, S. Papastravidis (Eds.), *3rd Mediterranean Conference on Mathematics Education*, Athens, Greece: Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society, pp. 115-124.

[Ns03b] Niss, M. (2003b). Quantitative literacy and mathematical competencies. In B.L. Madison , L.A. Steen (Eds.), *Quantitative literacy: why numeracy matters for schools and colleges*. Princeton: National Council on Education and the Disciplines, pp. 215-220.

[NVdV04] Norstein, A., Velichová, D., de la Villa, A. (2004) *Maths on the Web: Do Students Prefer Computers and E-learning or Do They Stick to Their Teachers?*, *Proc. of the 12th SEFI MWG seminar* (eds. M. Demlova, D. Lawson), Vienna 2004, pp. 118-126.

[PISA09] OECD (2009). *PISA 2009 Assessment Framework – Key competencies in reading, mathematics and science* (www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf, accessed on 17 May 2011)

[R08] Risse, T. (2008). A Poor Man's TA – Testing and Assessing Mathematical Skills by CAS-Scripts, Proc. of the 14th SEFI MWG seminar (eds. M. Demlova, D. Lawson), Loughborough 2008.

[SEFI11] SEFI. "A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education. A Report of the MWG", 2011

Francisco Mínguez
PhD student
Applied Mathematics Department
Universitat Politècnica de València
Valencia, Spain
E-mail: framinar@posgrado.upv.es