

Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»**ARTÍCULO**

Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual.

Dr Giovannina Albano

galbano@unisa.it

Facultad de Ingeniería, Universidad de Salerno

Fecha de presentación: julio de 2011

Fecha de aceptación: noviembre de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

Cita recomendada

ALBANO, Giovannina (2012). «Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 115-129 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-albano/v9n1-albano>>

ISSN 1698-580X

Resumen

Este trabajo se centra en la competencia matemática en un entorno de aprendizaje virtual. La competencia es algo complejo, que trasciende el nivel cognitivo, e implica factores metacognitivos y no cognitivos. Exige de los estudiantes su dominio sobre conocimientos y destrezas y, por lo menos, sobre algunas capacidades medibles, a las que Niss llama «competencias específicas» [*competencies*]. El modelo que presentamos utiliza las innovadoras características tecnológicas de la plataforma IWT para definir una experiencia de aprendizaje personalizado que permite a los estudiantes aumentar su competencia en matemáticas. Se basa en la representación de conocimientos y destrezas mediante metáforas gráficas y en un marco teórico para modelar la competencia

Palabras clave

aprendizaje de matemáticas, conocimientos, destrezas, competencia, competencia específica, aprendizaje virtual

A Knowledge–Skill–Competencies e–Learning Model in Mathematics

Abstract

This paper concerns modelling competence in mathematics in an e-learning environment. Competence is something complex, which goes beyond the cognitive level, and involves meta-cognitive and non-cognitive factors. It requires students to master knowledge and skills and at least some measurable abilities, which Niss calls 'competencies'. We present a model that exploits the innovative technological features of the IWT platform to define a personalised learning experience allowing students to increase their competence in mathematics. It is based on knowledge and skills representations by means of a graph metaphor, and on a theoretical framework for modelling competence.

Keywords

mathematics learning, knowledge, skill, competence, competency, e-learning

1. Introducción

La competencia matemática es algo complejo, difícil de definir, que exige del estudiante su dominio sobre conocimientos y destrezas, y también, por lo menos, sobre algunas capacidades medibles, a las que Niss denomina «competencias específicas» [*competencies*] (se detallan en el apartado 2). En este estudio abordamos el problema de la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas en un entorno virtual, prestando especial atención a las competencias específicas. La autora tiene una amplia experiencia en cursos de grado mixtos asistidos por la plataforma de aprendizaje virtual IWT (*Intelligent Web Teacher*). Esta plataforma permite crear y proporcionar a cada alumno unidades de aprendizaje (UL) personalizadas mediante representaciones explícitas de los conocimientos (véase la sección 3). Estas representaciones se han mejorado para distinguir claramente los conocimientos y las destrezas (Albano, 2011a). La modelación de competencias específicas requiere un enfoque diferente y más trabajo, puesto que se basa en conocimientos y destrezas cuyos niveles cognitivo y metacognitivo trasciende. En este estudio, partiendo del supuesto de que el aprendizaje de competencias específicas requiere la implicación y la participación del estudiante en actividades de aprendizaje (AA) apropiadas, proponemos un modelo que permite generar y actualizar *plantillas* adecuadas para el aprendizaje de una determinada competencia. Además, presentamos un marco de trabajo completo sobre cómo debería funcionar el modelo de conocimientos, destrezas y competencias en el contexto de la IWT. En concreto, las características de la IWT que permiten la personalización del aprendizaje se pueden utilizar para personalizar las AA, de modo que los alumnos se impliquen y participen en aquellas actividades que mejor se adaptan a su estado de conocimientos individual y a sus preferencias de aprendizaje.

El estudio se organiza de la forma siguiente: en los apartados 2 y 3 se presenta una visión general de los marcos teórico y tecnológico, respectivamente; en el apartado 4 se describe un modelo de conocimientos y destrezas para el aprendizaje de matemáticas basado en una representación

gráfica multinivel del área de conocimientos; en el apartado 5 se describe un modelo de competencias, enmarcado en la investigación sobre educación matemática de grado de Dubinsky [RUME, del inglés *Research on Undergraduate Mathematics Education*]; en la sección 6 se muestra cómo funcionan y se integran los tres modelos; en la sección 7 se presenta un análisis de ventajas e inconvenientes; en la sección 8 se sugieren futuras investigaciones; en la sección 9 se presentan algunas conclusiones.

2. Marco teórico

Muchos autores (Weinert, 2001; D'Amore, 2000; Godino, J.; Niss, 2003) han intentado explicar qué es la competencia matemática. Según Niss (2003), «tener competencia matemática significa tener conocimientos matemáticos, comprender, hacer y utilizar las matemáticas». Todos los autores mencionados coinciden en que no es algo que se enseñe sino un objetivo a largo plazo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Se trata de algo complejo y dinámico, que requiere unos conocimientos declarativos-proposicionales y procedimentales del área de matemáticas, es decir, conocimientos (saber) y destrezas (saber hacer), pero que al mismo tiempo trasciende los factores cognitivos. La tabla 1 muestra una lista de algunos de los elementos básicos que distinguen los conocimientos de las destrezas.

Tabla 1. Clasificación de los principales tipos de contenidos matemáticos

<i>Tipo de contenido</i>	<i>Conocimientos</i>	<i>Destrezas</i>
Definición	Proposición	Procedimiento/cálculo
Teorema Teorema	Proposición Prueba	Procedimiento/cálculo Procedimiento/cálculo
Algoritmo Ejemplo (contraejemplo)	Descripción	Desempeño del algoritmo
Ejercicio Problemas		Habilidades de cálculo Resolución estándar de problemas

Para que la noción de competencia matemática sea más fáctica, podemos considerar una competencia matemática específica [*competency*] como un elemento constitutivo de la competencia matemática importante, claramente reconocible y distinto (Niss, 2003). Niss distingue ocho competencias matemáticas cognitivas, que han sido adoptadas en el programa PISA 2009 (OCDE, 2009). Corresponden a las matemáticas relacionales (Skemp, 1976), que consisten en razonar, pensar, problemas y procesos. Ello se refleja en la «comprensión relacional», que significa saber por qué. La tabla siguiente muestra dichas competencias específicas distribuidas en dos grupos (Niss, 2003):

Tabla 2. Grupos de competencias matemáticas cognitivas

<i>Capacidad de formular y contestar preguntas en matemáticas y con matemáticas</i>	<i>Capacidad de manejar las herramientas y el lenguaje matemáticos</i>
Pensar matemáticamente	Representar objetos y situaciones matemáticas
Plantear y resolver problemas matemáticos	Utilizar símbolos y formalismos matemáticos
Modelar matemáticamente	Comunicar con matemáticas y sobre matemáticas
Razonar matemáticamente	Utilizar herramientas y recursos matemáticos

3. Marco tecnológico

Desde una perspectiva tecnológica, nos referimos a la plataforma IWT, que utilizamos en nuestras prácticas. Se trata de una plataforma virtual de educación a distancia, equipada con un sistema de gestión de contenidos para el aprendizaje (LCMS, según las siglas en inglés de *Learning Content Management System*), y un sistema de aprendizaje adaptativo. Esta plataforma permite experiencias de enseñanza y aprendizaje personalizadas y colaborativas mediante la representación explícita de conocimientos y el uso de técnicas y herramientas de la web 2.0. Creada en el Polo di Eccellenza sulla Conoscenza in Italia y comercializada por MOMA¹, esta plataforma, que no es de acceso libre, ha sido adoptada por varias universidades e institutos de secundaria italianos.

3.1. Principales características de la plataforma IWT

En la IWT el proceso de aprendizaje se puede personalizar a través de tres modelos: conocimientos, alumno, didáctica.

El modelo de conocimientos (MC) puede representar inteligiblemente el ordenador y la información asociada al material didáctico disponible. Utiliza:

- 1) Ontologías: permiten la formalización de áreas de conocimientos mediante la definición de conceptos y la relación entre conceptos. Consisten en gráficos, cuyos nodos son los conceptos del área de conocimientos y cuyos extremos representan las relaciones «FormaParte», «EsRequeridoPor» y «OrdenRecomendado». Están diseñados por expertos en la materia que utilizan un editor específico disponible en la IWT (figura 1).
- 2) Objetos de aprendizaje (OA): consisten en «cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado como ayuda para el aprendizaje» (Wiley, 2000).

1. <http://www.momanet.it/index.php?lang=en>

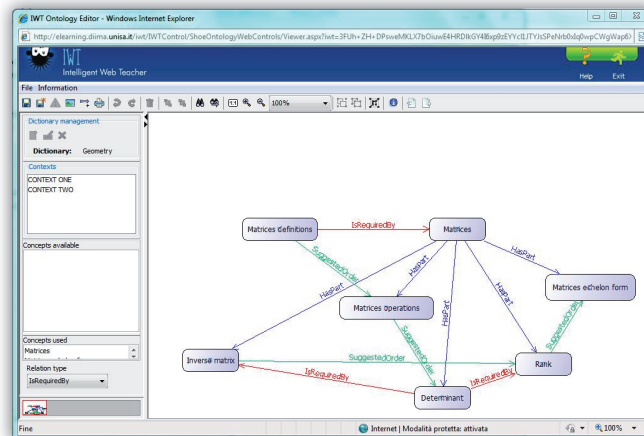


Figura 1. Ejemplo de ontología sobre matrices

3) Metadatos: información descriptiva con la que se etiqueta cada uno de los OA para relacionarlos con uno o más conceptos en una ontología (figura 2, caja roja). Otras informaciones se refieren a parámetros educativos como tipología de los OA (vídeo, texto, diapositiva, etc.), contexto (instituto, universidad, formación, etc.), tipo de interacción (expositiva, activa, mixta) y nivel, dificultad y densidad semántica de esta.

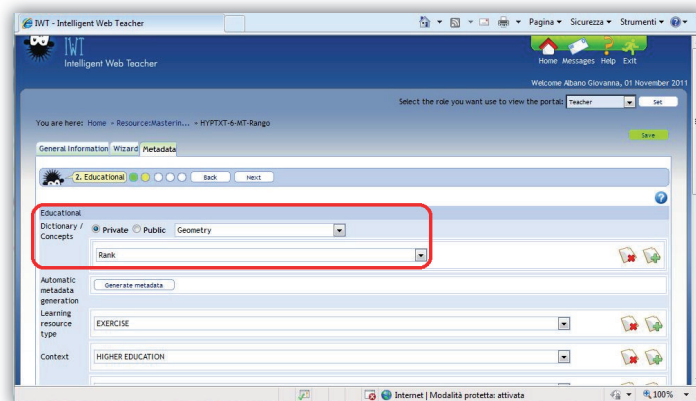


Figura 2. Ejemplo de metadatos (zoom sobre Ontología/asociación de conceptos)

El modelo del alumno (MA) permite gestionar un perfil de usuario (figura 3). El perfil de usuario captura, almacena y actualiza automáticamente información sobre las preferencias y las necesidades de cada uno de los usuarios (por ejemplo, medio, nivel de interactividad, nivel de dificultad, etc.) así como sobre el estado de sus conocimientos (es decir, conocimientos previos sobre conceptos de un área determinada).

El modelo didáctico (MD) se refiere al enfoque pedagógico del aprendizaje (inductivo, deductivo, práctico, etc.). Actualmente este se asocia a tipologías específicas de OA (por ejemplo, una simulación se refiere a un aprendizaje didáctico inductivo) y se almacena tanto en los metadatos del OA como en el perfil de usuario (como tipologías preferidas de OA).

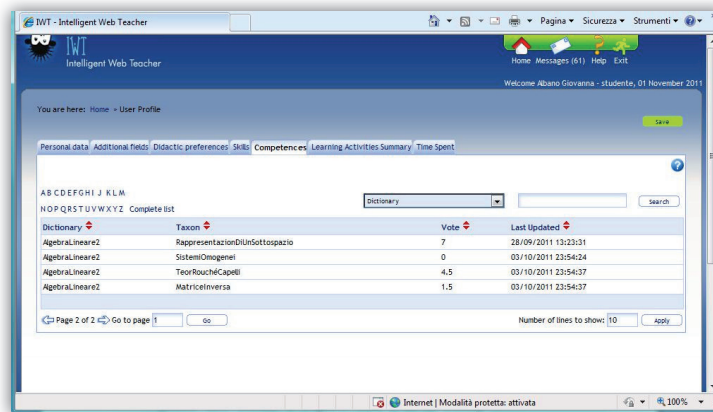


Figura 3. Ejemplo de perfil de alumno

3.2. Cómo funciona la IWT

En la plataforma IWT se puede optar tanto por un aprendizaje guiado como por un aprendizaje autorregulado. El aprendizaje guiado consiste en cursos estándares (por ejemplo Geometría o Cálculo); en el autorregulado los alumnos pueden expresar sus necesidades de aprendizaje en lenguaje natural (por ejemplo, aprender a resolver sistemas lineales). En ambos casos, la IWT crea unidades de aprendizaje (UA), utilizando los modelos mencionados anteriormente (Albano, 2011b; Albano *et al.*, 2007; Gaeta *et al.*, 2009). Expertos en la materia (es decir, profesores) definen en primer lugar una serie de especificaciones apropiadas para los cursos o para las necesidades de aprendizaje, y escogen o editan la ontología conveniente para los temas del curso. A continuación fijan unos objetivos de aprendizaje (por ejemplo, uno o más conceptos de la ontología escogida) y finalmente determinan ciertos parámetros para el desarrollo del curso (por ejemplo, prueba previa, número de pruebas intermedias, contexto educativo). La unidad de aprendizaje (UA) se genera en tiempo de ejecución desde la IWT, cuando los alumnos acceden a ella por primera vez, a través de los siguientes pasos: se utiliza la ontología para crear la lista de los conceptos necesarios para lograr los conceptos fijados como objetivos del curso, luego la información del perfil de usuario permite actualizar esta lista de acuerdo con el estado de los conocimientos del alumno y escoger los OA. Estos OA son aquellos cuyos metadatos mejor encajan con las preferencias del usuario. Además, los OA se actualizan dinámicamente de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas intermedias.

4. Gráficos multinivel para la modelación de conocimientos y el aprendizaje de destrezas

El uso actual de ontologías en la IWT es una versión de prueba para enseñar mediante «nodos fundamentales». Con este término nos referimos a «aquellos conceptos fundamentales que aparecen repetidamente en una disciplina y que tienen un valor procreativo estructural y de los conocimientos» (Arzarello *et al.*, 2002). En educación matemática, enseñar mediante nodos fundamentales significa

«tejer un mapa conceptual, estratégico y lógico, sutil e inteligente» (véase la figura 4), donde cada concepto es el objetivo de una compleja malla, donde ningún concepto está completamente solo y donde cada uno de ellos es parte de una red de relaciones y no un «objeto conceptual» aislado (D'Amore, 2000).

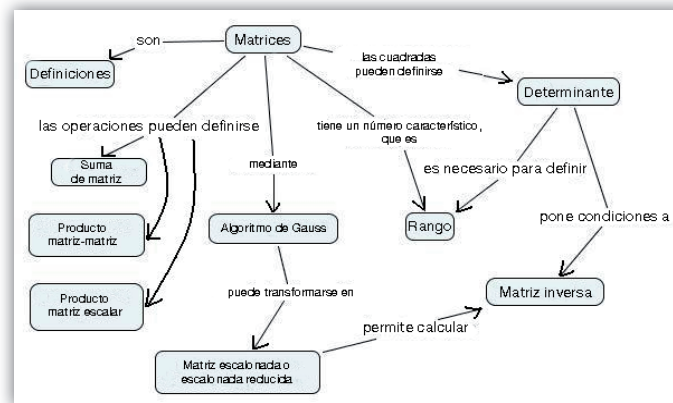


Figura 4. Ejemplo de mapa conceptual sobre matrices

Como puede verse, el nivel de conocimientos y el nivel de destrezas se diferencian por las relaciones entre los nodos (es decir, las conexiones). En las ontologías de la IWT las conexiones no pueden hacer lo mismo, de modo que los dos niveles se igualan sobre los nodos, asociando los OA para ambos.

Para superar esta limitación, nuestra propuesta es utilizar una representación gráfica multinivel (Albano, 2011a). En el primer nivel, los nodos fundamentales aparecen como «raíces» de otros dos gráficos (ontologías), en los que se hacen explícitos los niveles de conocimientos y de destrezas.

- Nivel de conocimientos (figura 5), en el que los nodos corresponden a definiciones, teoremas, ejemplos, etc. (tabla 1), y las posibles relaciones, obligatorias (líneas continuas) o no (líneas discontinuas).

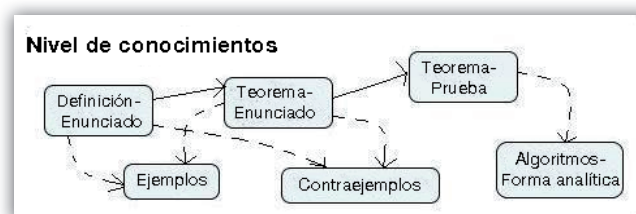


Figura 5. Ontología genérica del nivel de conocimientos

- Nivel de destrezas (figura 6), en el que los nodos corresponden básicamente a métodos de cálculo y a habilidades estándar para la resolución de problemas (tabla 1).

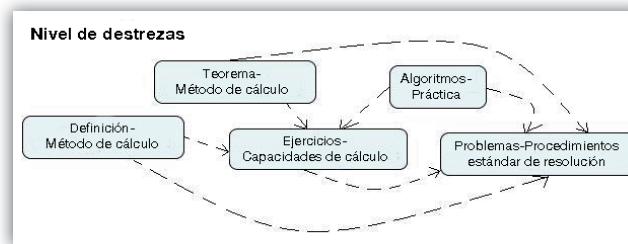


Figura 6. Ontología genérica del nivel de destrezas

Todavía se puede diseñar un tercer nivel de competencias específicas:

- Nivel de competencias, en el que los nodos corresponden a aquellas competencias para el nodo fundamental o «raíz» (tabla 2).

En el apartado siguiente, nos centraremos en el nivel de las competencias y en su modelación.

5. Ciclo de Dubinsky para modelar el aprendizaje de competencias

De acuerdo con el marco teórico, partimos del supuesto de que las competencias se desarrollan desde la implicación y participación del alumno en las AA. Esta es la razón por la que, para modelar las competencias, nos referimos al RUME de Dubinsky (Asiala *et al.*, 1996), que consiste en un ciclo de tres elementos interrelacionados: análisis teórico, didáctica y análisis/recopilación de datos.

Veamos lo que significan estos tres elementos dentro de nuestro contexto. Partiendo de un concepto, podemos distinguir una o más competencias asociadas con él. A continuación podemos implementar una AA cuyo objetivo sea que los alumnos practiquen esas competencias. De este modo podemos empezar el ciclo descrito a continuación:

Análisis teórico

El objetivo del análisis teórico es proponer un modelo de aprendizaje de competencias, es decir, una descripción de los procesos de construcción mental que utilizan los estudiantes en su aprehensión de la competencia, la llamada descomposición genética (DG). Esta DG depende estrictamente del contenido al que se aplica la competencia (por ejemplo, la competencia de la representación tiene un significado diferente si se refiere a una serie de números reales o a las líneas en un espacio de 2D) y no es necesariamente única respecto a un contenido determinado (figura 7).

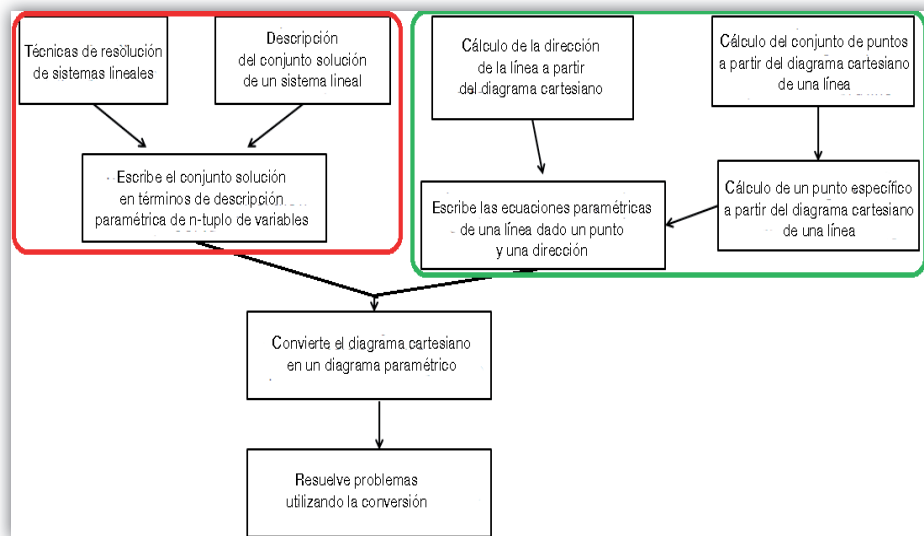


Figura 7. Ejemplo de descomposición genética algebraica (a la izquierda) y geométrica (a la derecha) de una competencia determinada

Si nos desplazamos por una DG, el mecanismo para practicar y construir una competencia específica matemática se describe en términos de los cuatro elementos siguientes (APOE):

- Acción: transformación generada como reacción a un estímulo externo (físico o mental).
- Proceso: interiorización del objeto, de modo que las transformaciones pueden imaginarse mentalmente.
- Objeto: encapsulación del proceso, debido a reflexiones sobre las operaciones aplicadas a un proceso particular, con lo cual el individuo toma conciencia del proceso en su totalidad.
- Esquema: objetos y procesos se pueden organizar en una colección coherente, explicando las interconexiones entre ellos y dando origen a lo que se llama un «esquema». Un esquema representa los conocimientos de un individuo sobre una competencia específica y se recurre a él para entender y tratar una situación percibida en la que esté implicada dicha competencia.

Dada una competencia, su DG junto con sus APOE originan un escenario de aprendizaje (EA) apropiado para que el alumno practique y llegue a dominar dicha competencia.

Didáctica

El análisis teórico indica un EA específico que debe ser favorecido con la didáctica. Ello significa diseñar una didáctica para una AA asociada a un EA, que permita al estudiante construir las acciones, los procesos, los objetos y los esquemas adecuados. Esta didáctica puede describirse utilizando un lenguaje específico de diseño de aprendizajes (por ejemplo, IMS-LD 2003), que permite la descripción de las diferentes fases de la actividad relacionadas con el EA. Estas fases incluyen la descripción de acciones, procesos, estrategias pedagógicas y entornos específicos que comprenden series de OA y servicios (fóruns, chats, calendario, aula virtual, acceso a procesadores matemáticos, etc.). El

resultado de esta fase serán una o más *plantillas* para una AA asociada a un EA determinado. Las *plantillas* también contienen información descriptiva para relacionar una AA tanto con una competencia como con uno o con más conceptos en una ontología (en el nivel de los conocimientos y/o de las destrezas).

Recopilación/Análisis de datos

Una vez que se ha implementado la didáctica y que el usuario la ha experimentado, deben establecerse unas expectativas teóricas a partir de observaciones y análisis de los resultados del aprendizaje. Ello significa comprobar si los alumnos han realizado las construcciones mentales previstas en el análisis teórico o bien si han recurrido a construcciones alternativas. Los datos se utilizan para validar el análisis teórico y la didáctica consiguiente. Se pueden introducir los ajustes necesarios o hacer una revisión completa.

6. Cómo funcionan los nuevos modelos

Basándonos en los apartados anteriores, podemos esbozar el esquema de la figura 8.

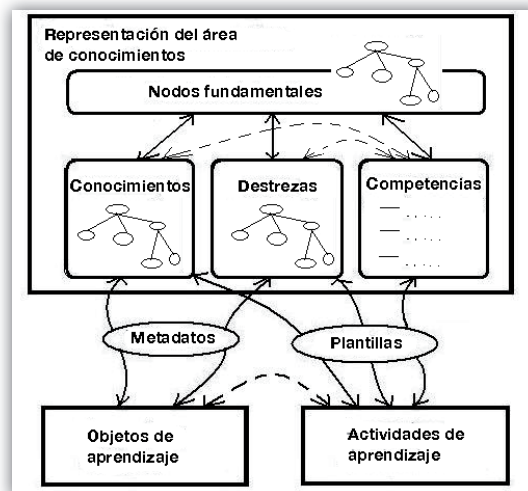


Figura 8. Modelo de generación de una experiencia de aprendizaje

La representación del dominio en la plataforma consistirá en primer lugar en una ontología sobre los nodos fundamentales, después se diseñarán más niveles de ontologías (conocimientos y destrezas) y una base de datos de competencias.

Teniendo en cuenta los dos tipos de aprendizaje, el guiado y el autorregulado, veamos cómo los afecta la nueva representación del dominio. En cuanto al primero, la UA correspondiente al curso estándar difiere de las descritas en la sección 3.2 en dos aspectos:

- La selección de conceptos objetivo se puede especificar en uno o más niveles de la ontología y el itinerario del aprendizaje se desarrollará a partir de la fusión de las listas generadas en cada nivel; después el proceso continúa como se ha mostrado antes.
- La UA se irá enriqueciendo con la implicación y la participación del alumno en AA correspondientes a competencias seleccionadas en el tercer nivel de la representación del dominio (secciones 4 y 5). La elección de las AA estará determinada por la mejor combinación entre la información descriptiva de una *plantilla* y el perfil de usuario.

En cuanto al aprendizaje autorregulado, los modelos también pueden responder a las necesidades del alumno en cuanto a competencias (por ejemplo, aprender a comprobar enunciados). En este caso, entre las AA disponibles, la plataforma selecciona las que más convienen al alumno dadas las necesidades que ha expresado y que, a la vez, se refieren a conceptos (en una ontología) ya presentes en su estado de conocimientos. En cualquier caso, se puede realizar una prueba previa sobre dichos conceptos y ofrecer una UA a la medida de cada usuario para salvar este obstáculo si es necesario.

7. Ventajas y desventajas, y experiencia en la Universidad de Salerno

En la enseñanza tradicional, los profesores son, a un mismo tiempo, autores, tutores y evaluadores de sus cursos. En el aprendizaje virtual, podemos distinguir explícitamente los papeles de autor y tutor. Los autores son sujetos colectivos que dominan todas las destrezas necesarias para preparar materiales didácticos en un contexto digital; no son solamente expertos con competencias en educación general y una disciplina específica sino que además son profesionales con habilidades técnicas en TIC, en gestión y en pedagogía. Los tutores pueden ser agentes humanos o artificiales que proporcionan al alumno el andamiaje que necesita para alcanzar los objetivos educativos que se ha propuesto. Los profesores pueden asumir uno o más papeles, incluido el de autor, dependiendo de su experiencia. Por ejemplo, en el caso de nuestros cursos en la Universidad de Salerno, los profesores desempeñan el papel de expertos en las áreas de Geometría o Cálculo y han diseñado las ontologías correspondientes (mediante una herramienta gráfica de fácil uso, que mostramos en la figura 2). También han diseñado varios OA (desde hipermedia hasta vídeos estructurados y ejercicios dinámicos con *Mathematica*²) y han supervisado su implementación con la ayuda de personal técnico adecuado.

Aunque el trabajo de un autor en el contexto del aprendizaje virtual pueda parecer más difícil que el de un profesor en el aula tradicional (puesto que requiere habilidades técnicas), tiene varias ventajas, como las siguientes:

2. www.wolfram.com

- Reusabilidad: las ontologías, los OA y las *plantillas* constituyen un depósito de material al que pueden recurrir todos los autores que utilizan la plataforma (no solo su propietario).
- Enriquecimiento continuo del fondo de aprendizaje: es una consecuencia directa de la característica anterior, puesto que todos los profesores pueden utilizar el trabajo de los demás y beneficiarse así de la posibilidad de disponer de mucho más material del que individualmente hubieran podido producir.
- Favorecimiento a la diversidad de los métodos de aprendizaje del alumno: la enseñanza personalizada no es posible en el nivel de grado, sobre todo en los primeros cursos con clases muy numerosas, pero los cursos mixtos que combinan clases presenciales con enseñanza y aprendizaje virtual de matemáticas pueden salvar este inconveniente.
- Seguimiento automático del aprendizaje: tanto individual como de grupos. El análisis de los datos de aprendizaje proporciona abundante información sobre el nivel de conocimientos (por ejemplo, temas con una dificultad intrínseca) y sobre su aprendizaje (deficiencias básicas) lo cual permite introducir ajustes en el diseño y en la implementación de los OA y de las AA.

En cuanto al alumnado, podemos hacer algunas consideraciones basándonos en nuestra experiencia en la Universidad de Salerno. Durante los últimos años, algunos cursos de matemáticas de esta universidad se han impartido con la asistencia de la plataforma IWT. Las clases tradicionales han recurrido a la enseñanza a distancia, que ha consistido en UA personalizadas (apartado 3.2) y en actividades de aprendizaje, guiadas por profesores, colectivas o individuales (cuya formalización, y generalización de las últimas, han originado el modelo del apartado 5). Además de las calificaciones obtenidas en los exámenes, distribuimos cuestionarios entre los alumnos que participaban en clases mixtas para investigar los resultados en los niveles metacognitivo y no cognitivo. Fundamentalmente lo que hemos comprobado es que las AA han cambiado el método de trabajo de los alumnos: profundizan como práctica habitual, amplían sus perspectivas, varían su actitud respecto al aprendizaje, focalizan actividades relevantes, se organizan los horarios del trabajo en casa y dan continuidad a su trabajo. Además de cambiar sus métodos de trabajo, los alumnos empiezan a comprender los significados matemáticos y a mejorar su forma de abordar los problemas, que eran nuestros principales objetivos. Después cambia su actitud respecto a las matemáticas (incluso en el caso de individuos que no suelen destacar especialmente en esta materia), y se inicia así un proceso de aprendizaje productivo.

8. Perspectivas

Pensamos continuar nuestra investigación sobre el modelo de conocimientos, destrezas y competencias. La implementación en una plataforma requiere investigar determinados detalles, y la integración con algoritmos de la IWT para generar automáticamente UA personalizadas plantea nuevos problemas, como los siguientes

- Investigación sobre las herramientas útiles para la didáctica: sería muy interesante tener la posibilidad de escoger, en tiempo de ejecución, OA implicados en AA, teniendo en cuenta los metadatos asignados.
- Investigación en las posibilidades de la interconexión de AA con las UA necesarias como pre-requisitos.
- Definición de los procedimientos para la evaluación de competencias específicas según los requisitos de PISA (OCDE, 2009), tanto en forma abierta como cerrada (Albano, 2011b; Albano *et al.*, 2008).
- Integración de los resultados de la evaluación abierta de la competencia para actualizar automáticamente las UA y seleccionar las AA subsiguientes.

9. Conclusiones

En este trabajo, dentro del contexto del aprendizaje virtual de matemáticas, nos hemos centrado en el aprendizaje de competencias. Partiendo de la base de que dichas competencias se desarrollan con la implicación y la participación de los alumnos en las AA, hemos propuesto un modelo apto para generar experiencias de aprendizaje que se adapten a cada estudiante según el perfil de usuario. Este modelo es un complemento de los modelos de conocimientos y destrezas basados en multigráficos. Los tres modelos interactúan para generar un modelo de conocimientos, destrezas y competencias capaz de crear y proporcionar UA personalizadas consistentes en series de OA o AA. Se ha utilizado la plataforma IWT para validar estos modelos en cursos de grado. Los resultados demuestran que el alumnado mejora su forma de abordar los problemas o el estudio de matemáticas además de cambiar su actitud respecto a esta materia.

Bibliografía

- ALBANO, G. (2011a). «Knowledge, Skills, Competencies: a Model for Mathematics E-Learning». En: R. Kwan; C. McNaught; P. Tsang; F. L. Wang; K. C. Li (eds). *Enhancing Learning Through Technology: International Conference, ICT 2011, Hong Kong, July 11-13. Proceedings (Communications in Computer and Information Science)*. CCIS 177. ISBN: 978-3-642-22382-2. Springer Heidelberg. P. 214-225.
- ALBANO, G. (2011b). «Mathematics education: teaching and learning opportunities in blended learning». En: A. Juan; A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies* [en prensa].
- ALBANO, G.; FERRARI, P. L. (2008). «Integrating technology and research in mathematics education: the case of e-learning». En: F. J. García-Peñalvo (ed.): *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. IGI Global. P. 132-148.
- ALBANO, G.; GAETA, M.; RITROVATO, P. (2007). «IWT: an innovative solution for AGS e-Learning model». *International Journal of Knowledge and Learning*. Vol. 3, núm. 2/3, p. 209-224.

- ARZARELLO, F.; RO BUTTI, O. (2002). *Matematica*. Brescia: La Scuola.
- ASIALA, M.; BROWN, A.; DEVRIES, D. *et al.* (1996). «A Framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education». *CBMS Issues in Mathematics Education*. Vol. 6.
- D'AMORE, B. (2000). «La complessità dell'educazione e della costruzione dei saperi». *Riforma e didattica*. Núm. 4, p. 35-40.
- GAETA, M.; ORCIUOLI, F.; RITROVATO, P. (2009) «Advanced Ontology Management System for Personalised e-Learning». *Knowledge-Based Systems*. Núm. especial. Vol. 22, núm. 4, p. 292-301.
- GODINO, J. (2002). «Competencia y comprensión matemática: ¿Qué son y cómo se consiguen?». *Uno*. Vol. 8, núm. 29, p. 9-19.
- NISS, M. (2003). «Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project». En: A. Gagatsis; S. Papastavridis (eds). *Proceedings of the 3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education*. Atenas: Hellenic Mathematical Society. P. 115-124.
- OECD (2009). PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2011].
<<http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf>>
- SKEMP, R. (1976). «Relational understanding and instrumental understanding». *Mathematics Teaching*. Núm. 77, p. 20-26.
- WEINERT, F. (2001). «Concept of competence: a conceptual clarification». En: D. Rychen; L. Salgenik (eds). *Defining and electing key competencies*. Seattle, Toronto, Bern, Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.
- WILEY, D. A. (2000). «Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy». En: D.A. Wiley (ed.). *The Instructional Use of Learning Objects*. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2010].
<<http://reusability.org/read/chapters/wiley>>

Sobre la autora

Giovannina Albano

galbano@unisa.it

Facultad de Ingeniería, Universidad de Salerno

Profesora ayudante de Geometría en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Salerno, Italia. Es doctora en Matemáticas Aplicadas y Ciencias Informáticas por la Universidad de Nápoles Federico II, y graduada en Matemáticas también por la Universidad de Nápoles Federico II. Sus investigaciones se han centrado en los modelos de aprendizaje electrónico así como en la educación matemática en entornos virtuales. Es autora de unos ochenta artículos científicos publicados en revistas internacionales, libros y otras publicaciones especializadas. Actuó como representante italiana en el Grupo de Trabajo para Políticas del Aprendizaje dentro del Programa del IST, V Programa marco. Ha sido vicecoordinadora de proyecto del Centro di Eccellenza in Metodi e Sistemi per l'Apprendimento e la Conoscenza fundado por el Ministerio de Universidades e Investigación italiano, y líder científica de la línea de investigación sobre experimentos científicos virtuales. Participa en numerosos proyectos italianos y europeos sobre programas educativos.

Università degli Studi di Salerno

Via Ponte don Melillo

84084 - Fisciano (SA)

Italia



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.