



NUEVOS PROYECTOS EUROPEOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS: EVLM project Y dMath Project.

RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, Gerardo⁽¹⁾; DE LA VILLA CUENCA, Agustín⁽²⁾

gerardo@usal.es

⁽¹⁾Universidad de Salamanca, España, EPS de Zamora, Departamento de Matemática Aplicada.

⁽²⁾Universidad Pontificia Comillas, España, ETS de Ingeniería (ICAI), Departamento de Matemática Aplicada y Computación.

RESUMEN

En esta comunicación, presentamos una reflexión sobre el cambio metodológico y de contenidos que necesariamente se ha de producir en las asignaturas de Matemáticas dentro de la nueva estructura de estudios universitarios ante la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior. Ese cambio exige, entre otras cosas, la elaboración de nuevos materiales didácticos y el uso habitual de las nuevas tecnologías como una herramienta docente esencial.

En este cambio pueden jugar un papel importante los materiales generados por diversos proyectos europeos del Programa Leonardo en el que participan los autores: el proyecto European Virtual Laboratory of Mathematics y el proyecto dMath. Se presentan brevemente los proyectos citados y se explica cómo ese material puede ser utilizado por profesores y alumnos en muy diferentes formas, proponiendo ejemplos concretos de utilización como material dentro de un modelo de B-learning. Creemos que sólo desde el trabajo colaborativo de los docentes de matemáticas es posible afrontar el cambio que se avecina.

Palabras clave: B-learning. Materiales didácticos.

1. Introducción

La adecuación de la estructura de los diferentes estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), objetivo derivado de la Declaración de Bolonia, es la gran tarea pendiente de los diferentes sistemas universitarios europeos. La reforma afecta no sólo a la estructura de los estudios universitarios, sino que además provoca una reflexión de ámbito europeo sobre la adecuación de los contenidos de las asignaturas de matemáticas y, lo que es más importante, sobre la manera de enseñar matemáticas. Ya no es posible mantener el mismo estilo de enseñanza de las matemáticas que hace 50 años y debe hacerse visible en las aulas la revolución tecnológica ocurrida en las últimas décadas.

Es necesario resaltar, por tanto, la importancia que en la nueva configuración académica van a cobrar todas las técnicas de enseñanza no presencial. En este sentido, como ya pasó con la introducción de los diferentes sistemas de cálculo matemático, el significado de términos como e-learning o b-learning es ambiguo y dichos términos admiten varias interpretaciones. Desde nuestro punto de vista, para poder utilizar dichos términos en nuestro ámbito de actuación es necesario que la propuesta de enseñanza no presencial no se limite a la disponibilidad del material de clase en la red. Necesitamos materiales interactivos, materiales con diferentes grados de complejidad que posibiliten la autoevaluación y permitan al profesor medir los conocimientos adquiridos mediante ese mecanismo.

La elaboración de módulos matemáticos que puedan ser utilizados en diferentes situaciones es uno de los principales objetivos de dos proyectos europeos que presentamos en esta comunicación: Building a European Database of Mathematical e-learning modules (dMath) y European Virtual Laboratory of Mathematics (EVLM). Ambos proyectos están financiados dentro del programa Leonardo. Cada módulo puede incluir gráficos y animaciones interactivas que facilitan la comprensión del material por parte del usuario, ya sea un profesional, un estudiante o un profesor. Otra de las ventajas del sistema es que permite la realización de cálculos on-line a través de la herramienta Xmath Calculator, desarrollada con tecnología webMathematica.

2. El Espacio Europeo de Educación Superior.

Para ayudar a encuadrar lo que supone este nuevo paradigma de la enseñanza universitaria europea, es preciso señalar algunas características del espacio europeo que se está diseñando en la actualidad [5, 10]:

- Una oferta de enseñanza basada en competencias.
- Una oferta de enseñanza diversificada (enseñanzas teóricas, prácticas, actividades académicas dirigidas, trabajo personal independiente, etc.)
- Preocupación por el trabajo global del estudiante en contraposición al sistema actual en el que la única medida en algunos países europeos, como en España, son las horas de clase. Dicho trabajo deberá tener un volumen máximo anual estimado en 60 créditos europeos (European Credit Transfer System, ECTS). En una estimación inicial, puede considerarse que 1 crédito ECTS equivale a 30 horas de trabajo del alumno, incluyendo asistencia a clases, laboratorios, talleres, tutorías individuales y colectivas, trabajo individual o en grupo y evaluación.
- Preponderancia del aprendizaje del alumno sobre la enseñanza impartida presencialmente por el profesor.
- Duración de los estudios más ajustada a la realidad.

Las exigencias para el profesorado, provenientes de la política de armonización a nivel europeo de los estudios superiores son, en definitiva:

- Que los profesores enseñen cosas con valor en el mercado de trabajo (competencias).
- Que los profesores enseñen de forma diferente (innovación metodológica).
- Que sean los estudiantes y sus necesidades el criterio básico para la planificación y desarrollo de la docencia (los estudiantes como referente).

Todo ello debe implicar una mayor dedicación de los profesores al proceso de aprendizaje del alumno, que debe incluir horas de docencia, horas de organización, preparación de material, propuesta de trabajos, orientación y dirección de los mismos, y, en general, supervisar todo el proceso de aprendizaje del alumno.

3. Un nuevo escenario de práctica docente.

A la vista de las características del EEES y las exigencias del profesorado antes mencionadas, se imponen algunos cambios, a veces drásticos, respecto de nuestra práctica docente habitual. El cambio exigido no sólo afecta a los contenidos, derivados de una menor formación inicial, en general, de los conocimientos matemáticos adquiridos en las etapas previas a los estudios universitarios, como ponen de manifiesto diferentes informes de ámbito europeo (como el informe PISA), sino que es preciso abordar un cambio metodológico que permita afrontar las nuevas necesidades de aprendizaje de los alumnos. La utilización de todo el potencial que proporcionan las nuevas tecnologías aplicadas al ejercicio docente puede derivar en la necesidad de replantearse la organización de los diferentes grupos docentes, adaptando su tamaño a las posibilidades de las diferentes aulas de informática [11].

Finalmente, debemos cambiar el proceso de evaluación, encontrando mecanismos que evalúen la totalidad del proceso de aprendizaje. Las nuevas tecnologías nuevamente son la herramienta clave, permitiendo llevar a la práctica procesos de autoevaluación bien diseñados, prácticas dirigidas, etc.

Toda esta situación obliga a que los profesores pongan especial cuidado en planificar los siguientes elementos:

1. Las competencias que el estudiante adquirirá de forma independiente en el contexto de la oferta total de competencias que se enseñan en la materia en cuestión.
2. Los escenarios académicos donde el profesor quiere que se lleve a cabo el aprendizaje, que hacen referencia a aulas especializadas (de informática, laboratorios, de medios audiovisuales, etc.), a bibliotecas y otros centros de documentación, siempre que el estudiante tenga la posibilidad de actuar en ellos de forma independiente. También un uso adecuado del e-learning y del b-learning puede ayudar al aprendizaje.
3. El proceso de trabajo que deberá seguir el estudiante para la adquisición de esas competencias, especificando las fases de que constará la secuencia total de trabajo, las tareas a realizar por el estudiante y por el profesor en cada una de las fases y la duración estimada para cada una de ellas (propuesta de número de horas y calendario).
4. El sistema de tutela-supervisión que el profesor ha ideado para controlar la adquisición de las competencias por parte de los estudiantes. Esto implica que debemos especificar al menos tres elementos: el formato de la supervisión (presencial, a distancia o mixto), los momentos en que el estudiante deberá conectar con el profesor para explicar lo que ha realizado (número de veces que ha de acudir a tutela, acceder a la página Web o comunicar por correo electrónico y las fechas en las que deberá hacerlo) y los elementos y requisitos para la supervisión (qué deberá presentar el estudiante y de qué forma, documentos escritos, etc.)
5. El sistema de evaluación de las competencias adquiridas por el estudiante de forma independiente. En este sentido hay que diseñar los criterios de evaluación (resultados esperados

en cada una de las fases y resultados globales del proceso), las evidencias relativas a cada criterio (datos recogidos, informes generados, etc.) que puedan ser evaluados, los instrumentos de evaluación y las fechas de evaluación.

El programa de la asignatura deberá especificar, por tanto, todos estos elementos de la oferta de aprendizaje tutelado que realiza el profesor.

El profesor tendrá la obligación de suministrar material al alumno, impartir la clase, mandar trabajos dirigidos o problemas, hacer pruebas o controles, usar en mayor o menor medida las nuevas tecnologías, etc., para generar el número de horas de trabajo correspondientes a los créditos asignados, que además deberá controlar de forma efectiva [7].

4. ¿Qué hacemos con las matemáticas?

Ante este nuevo marco en el que debemos desarrollar nuestra actividad docente, es necesario volver a reflexionar sobre el papel de las matemáticas en las escuelas de ingeniería. Es evidente que las matemáticas seguirán cumpliendo una doble función en el nuevo marco universitario. Por un lado seguirán siendo una poderosa herramienta formativa y por otro lado seguirán siendo el soporte vital de otras disciplinas académicas. Por tanto, la necesidad de conocimientos matemáticos básicos dentro de la pretendida “adquisición de competencias” seguirá estando presente. Además, los cambios metodológicos necesarios inciden de manera esencial en las asignaturas de matemáticas. No olvidemos que, al menos en España, pasaremos de una docencia eminentemente presencial a una docencia mixta, en la que el alumno, bajo la supervisión del profesor, debe adquirir nuevos conocimientos a través de su propia actividad. Con este panorama, es necesario resaltar la importancia que en la nueva configuración académica van a cobrar todas las técnicas de enseñanza no presencial.

Muchas son las experiencias en este sentido. Conviene mencionar aquí, por ejemplo, el proyecto *Xmath* [1,2,12], en el que se ha diseñado un curso de Cálculo I con estructura modular. Cada módulo contiene teoría, ejercicios, test, problemas, misceláneas, puzzles, etc. y enlaces a páginas Web que se han considerado de interés. Se ha elaborado un curso piloto (*Xmath Pilot Course*). Se ha realizado una evaluación de este curso y las respuestas de los estudiantes, noruegos, eslovacos y españoles, han sido bastante homogéneas [9]. En general consideran el curso interesante como refuerzo de la asignatura y aprecian los diferentes niveles de profundidad de la materia. Las principales críticas se dirigen al diseño de la página Web y a los enlaces utilizados en dicho curso.

En los últimos años la mayoría de las Universidades ponen a disposición del profesorado sistemas de enseñanza on-line que permiten entrega de material, participación en foros y chats, recogida de trabajos, comunicación con el alumnado, autoevaluación, etc. En este contexto la necesidad de nuevos materiales docentes que permitan un uso flexible es clara. A dar respuesta a esta necesidad contribuyen los proyectos europeos que presentamos a continuación.

5. El proyecto dMath.

La construcción de una base de datos de ámbito europeo conteniendo diferentes módulos matemáticos para la enseñanza no presencial es el principal objetivo del proyecto dMath [3,6], dentro del programa Leonardo da Vinci. Este proyecto, ya finalizado, ha sido coordinado por la institución Buskerud University Collage (HIBU, Noruega) y en su desarrollo han participado las siguientes instituciones académicas y empresas: Industriell Dokumentasjon a.s. (Noruega), Soft4Science (Alemania), Czech Technical University (República Checa), Sogndal College (Noruega), Slovak Technical University (Slovakia), Universidad Pontificia Comillas (España) y Savonia Polytechnic (Finlandia). La Universidad de Salamanca ha sido el evaluador externo del proyecto.

El sistema desarrollado en el proyecto contiene un editor de ficheros XML/MathML (SciWriter es su nombre comercial), un sistema de gestión de contenidos (Orange), los ficheros que componen los diferentes módulos y el sistema de descarga correspondiente a través del paquete SCORM al sistema local deseado. Los módulos realizados en inglés pueden contener vídeos y animaciones interactivas y, además, los cálculos matemáticos necesarios pueden efectuarse a través del XMath Calculator. Los potenciales usuarios no se limitan al mundo académico, pues el sistema puede ser usado por investigadores, ingenieros, editores, etc. El sistema puede ir evolucionando a medida que los potenciales usuarios modifiquen o agreguen nuevos contenidos al sistema. La página principal del proyecto es <http://dmath.hibu.no/main.htm> y su portada puede verse en la Figura 1:

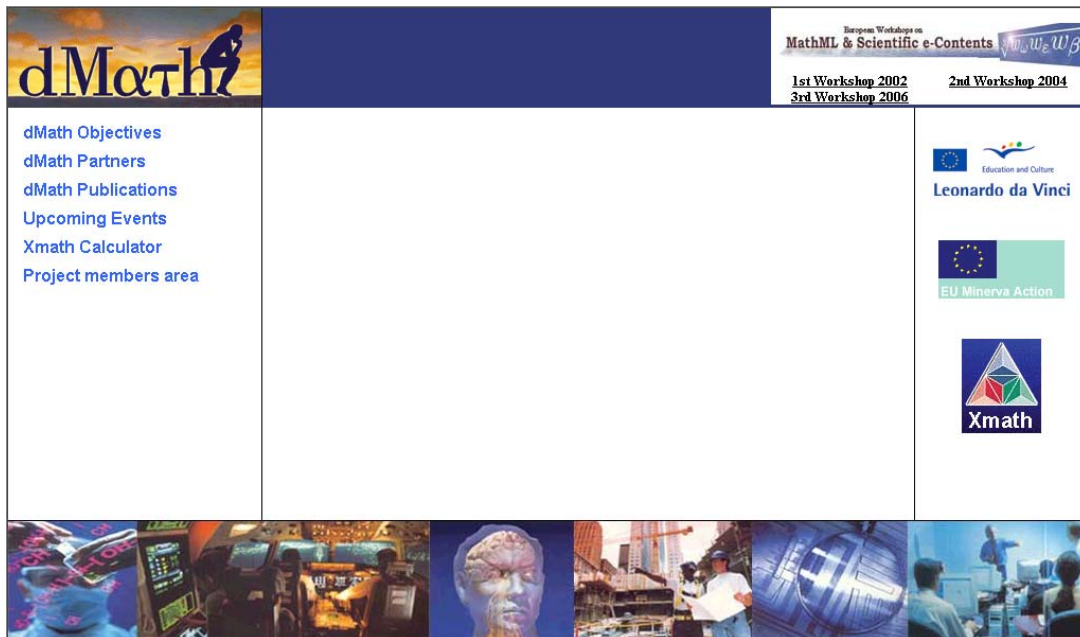


Figura 1: Página principal dMath

Los módulos realizados cubren la mayor parte de los contenidos de las asignaturas de matemáticas en las escuelas de ingeniería: Álgebra Lineal, Cálculo en una y varias variables, Geometría, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Métodos Numéricos, Estadística, etc.

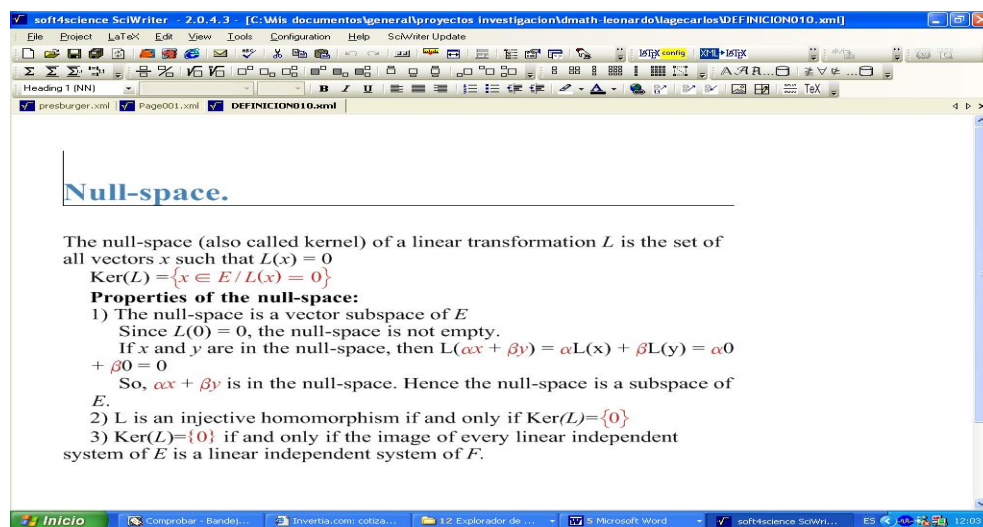


Figura 2: Documento de SciWriter

El procesador SciWriter es un procesador diseñado por Soft4science que permite generar, de forma fácil a través de una barra de menús muy completa, documentos científicos en diferentes formatos, en particular con extensión .xml [8]. En la Figura 2 se muestra un documento generado con SciWriter. En la barra de menús pueden apreciarse sus enormes posibilidades.

La base de datos contiene los módulos matemáticos independientes. Hay que hacer una clara distinción en la forma de trabajar de los autores de los módulos y de los potenciales usuarios. Desde el punto de vista del autor, hemos estimado oportuno “atomizar” los contenidos, dividiendo el módulo en diferentes apartados: teoría, ejemplos, ejercicios, problemas, aplicaciones, test, ejercicios a realizar a través de webMathematica, etc. Estos átomos formarán las “moléculas” que pueden ser usadas en diferentes módulos o unidades que se le ofrecerán al usuario. De este modo el usuario del sistema puede ir creando sus propios documentos a través de la concatenación de diversos átomos en función de las necesidades formativas y de los objetivos que se pretenden alcanzar. Por consiguiente, la versatilidad es muy grande y permite adaptarse a diferentes necesidades, pudiendo desarrollar cursos con diferentes niveles de profundidad y generando documentos de consulta, de autoevaluación, de aplicaciones, etc. Esta base de datos está organizada de forma que el sistema sea sencillo de manejar. Un código de colores (véase la Figura 3) indica en cada momento la situación de cada una de las partes de la unidad:

- El símbolo del candado indica que el átomo está en la base de datos, puede ser exportado con SCORM, pero no puede ser modificado.
- El color verde indica que el átomo puede ser editado.
- El color rojo indica que el átomo está en uso y los demás usuarios no pueden usarlo.
- El color amarillo indica que el fichero está siendo creado por el autor y no ha sido colocado en la base de datos.

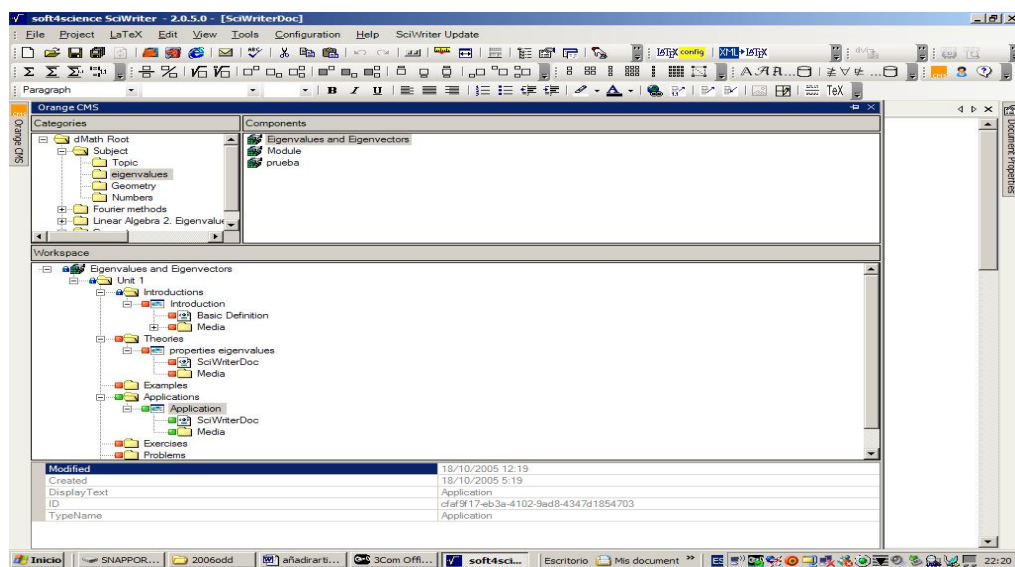


Figura 3: La base de datos

El usuario puede seleccionar lo que estime oportuno de cada unidad. Para ello hay que usar el comando Export y seguidamente seleccionar los átomos que deben aparecer en la unidad que está produciendo. De esta manera puede configurar sus propios documentos en función de las necesidades que pretenda cubrir.

Todo el material elaborado en el ámbito de este proyecto ha sido realizado en inglés. Aunque este es un aspecto que no debería influir en la utilización del sistema, las pruebas efectuadas entre nuestros alumnos pone de manifiesto que, todavía, la posible barrera idiomática influye en nuestros alumnos a la hora de utilizar el material. Por eso pensamos que el principal hándicap de este material es que no se haya realizado en español. Puede que el siguiente proyecto ayude a remediar este defecto.

6. El proyecto EVLM.

La construcción de un Laboratorio Virtual Europeo de Matemáticas y de un Centro de Matemáticas, que permita a los distintos usuarios europeos acudir en busca de ayuda experta ante diferentes problemas matemáticos que puedan surgir tanto en el ámbito académico como en el profesional, son los objetivos principales del proyecto European Virtual Laboratory of Mathematics (EVLM) [4], también financiado por el programa Leonardo da Vinci para el período 2006-2008 con el número 2006-SK/06/B/F/PP-177436.

Este proyecto está coordinado por la Slovak Technical University (Eslovaquia) y en su desarrollo participan las siguientes instituciones académicas: Plodivski University of Plovdiv (Bulgaria), Universidad de Salamanca (España), Tilosilos Ltd. (Finlandia), University of Miskolc (Hungria), University of Limerick (Irlanda), Slovak Society for Geometry and Graphics (Eslovaquia), Coventry University (Inglaterra) y University of West Bohemia (República Checa).

En este caso, además de la página oficial del proyecto en inglés, existen páginas web en cada una de las instituciones participante sen el proyecto. En este caso, la dirección de la página española es <http://evlmspain.usal.es/> y su portada puede verse en la Figura4:



Figura 4: Página web en español del proyecto EVLM

La idea fundamental de este proyecto es el desarrollo del LABORATORIO VIRTUAL EUROPEO DE MATEMÁTICAS que comprende una red de Centros Nacionales de Matemáticas situados en las instituciones asociadas. El objetivo del EVLM es promover una mayor comprensión y utilización del conocimiento matemático en otras disciplinas que están basadas en esta ciencia fundamental.

Cada Centro Nacional creará un portal (en la lengua nacional correspondiente) que ofrecerá una base de datos virtual de recursos matemáticos y materiales de aprendizaje virtual, elaborados por las instituciones asociadas y otras fuentes (como proyectos previos financiados por la Unión Europea). Además, los Centros Nacionales ofrecerán un servicio de consulta a aquellos que deseen conocer los resultados más novedosos en matemáticas y en la enseñanza de las matemáticas.

Los potenciales usuarios del EVLM son:

- Alumnos de todos los niveles desde la Educación Secundaria hasta los Estudios de Doctorado. Los recursos elaborados estarán disponibles para ayudarlos a comprender mejor las matemáticas.
- Profesores. En el EVLM encontrarán recursos para la enseñanza virtual, sus manuales de uso y de producción de material adicional.
- Investigadores y científicos pertenecientes a áreas no académicas. El EVLM se adaptará a las necesidades de todos aquellos que, aunque no son matemáticos, requieran la utilización de herramientas matemáticas avanzadas para el desarrollo de su trabajo.

Todo el material elaborado será de libre de acceso a través de Internet. La comunicación entre los equipos del proyecto asegurará que cualquier consulta realizada sea atendida por el socio con mayor conocimiento en el área requerida.

Los objetivos finales del proyecto son los siguientes:

- Desarrollar un catálogo de los materiales educativos disponibles en Matemáticas.
- Establecer una base de datos centralizada que ofrezca información y enlaces sobre los recursos catalogados.
- Ofrecer un servicio experto de consultoría (personal y 'on line') sobre el uso de estos materiales.
- Potenciar la divulgación y utilización de estos recursos mediante su traducción a las principales lenguas de la Unión Europea.
- Ofrecer una oportunidad a las instituciones educativas para compartir con otras instituciones europeas los materiales educativos desarrollados específicamente para sus propósitos (a menudo con financiación de programas europeos).

Hay que hacer constar que en este proyecto existen dos diferencias fundamentales respecto del primer proyecto presentado. En primer lugar, los materiales realizados estarán disponibles no sólo en inglés, sino que también estarán en español, lo cual permite un uso más cómodo de los materiales didácticos por parte de profesores y alumnos. En segundo lugar, la atención a los usuarios, principalmente alumnos, no sólo se realiza on-line, sino que existe la posibilidad de realizar tutorías personalizadas presenciales a través de los Centros Nacionales de Matemáticas.

La idea general consiste en la adaptación de sistemas ya existentes en otros países, como por ejemplo el centro Sigma de la Universidad de Coventry (Centre for excellence SIGMA in mathematics & statistics support), que se puede visitar a través de la dirección <http://www.mathcentre.ac.uk/> y al que puede accederse también desde la página web del proyecto.

En el caso de la Universidad de Salamanca, el centro presencial se va a poner en marcha en los campus de Zamora y Salamanca. El primero de ellos estará en la Escuela Politécnica Superior de

Zamora y el segundo de ellos en la Facultad de Ciencias de Salamanca. En la actualidad se está gestionando la participación en estos centros de todos los departamentos que tienen asignada docencia de matemáticas en las distintas titulaciones que se imparten en nuestra universidad.

A lo largo del primer año de funcionamiento se realizará un estudio sobre el grado de utilización por parte de los alumnos del nuevo servicio que se les ofrece, así como el grado de satisfacción tanto de los profesores que colaboran en el centro como de los usuarios. A priori, esperamos que la utilización por parte de los alumnos sea mayor que la utilización del actual sistema de tutorías.

Finalmente, hay que hacer constar la necesidad de financiación que el funcionamiento de estos centros va a generar, sobre todo una vez que acabe el período de vigencia del proyecto europeo.

7. Conclusiones y consideraciones finales.

A lo largo de esta comunicación se han presentado dos proyectos europeos, dentro del programa Leonardo Da Vinci, el proyecto dMath y el proyecto EVLM.

Para el proyecto dMath, ya finalizado, se han descrito las partes fundamentales del mismo y se ha proporcionado una breve descripción de los materiales didácticos elaborados en inglés que recogen los contenidos matemáticos de las asignaturas universitarias de matemáticas.

El inconveniente de que los materiales didácticos realizados estén escritos únicamente en inglés se eliminará con el desarrollo del nuevo proyecto EVLM en el que todos los materiales didácticos que se elaboren estarán disponibles también en español. Este nuevo proyecto que acaba de comenzar presenta, además, la creación de una red de Centros Nacionales de Matemáticas que van a desarrollar actividades presenciales que posibiliten una mejor interacción profesores-alumnos. Con el comienzo del próximo curso, van a funcionar en la Universidad de Salamanca dos centros de estas características, uno en la Facultad de Ciencias en Salamanca y otro en la Escuela Politécnica Superior de Zamora.

El estudio sobre la utilización del nuevo servicio y el grado de satisfacción de los usuarios que se va a realizar en el próximo curso, permitirá calibrar el futuro desarrollo de estos centros de matemáticas una vez finalice la vigencia del proyecto europeo bajo el que nacen, que generarán necesidades específicas de financiación.

8. Agradecimientos.

El trabajo de Gerardo Rodríguez ha sido parcialmente financiado por la Junta de Castilla y León bajo el proyecto US30/06.

9. Referencias

- [1] BRINGSLID, O. *Xmath: Mathematical e-Learning Project in the EU Minerva Action*. First European Workshop on MathML & Scientific e-contents. Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy. November 2002. <http://www4mail.org/mathml2002/index.html>
- [2] BRINGSLID, O. *WebMathematica: Interactive Mathematics on the web*. First European Workshop on MathML & Scientific e-contents. Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy. November 2002. <http://www4mail.org/mathml2002/index.html>

- [3] BRINGSLID, O. *dMath project*. Second European Workshop of MathML& Scientific e-Contents. Kuopio (Finland). 16-18 September 2004. <http://dmath.savonia-amk.fi/secondWorkshop/servlet/Home/program.html>
- [4] EVLM. <http://evlmspain.usal.es/>
- [5] DIRECTION GENERAL FOR EDUCATION AND CULTURE. *ECTS Users' guide*, Brussels, 17 -08-2004.
- [6] dMath: <http://dmath.hibu.no/main.htm>
- [7] GARCIA, A., GARCIA, F., RODRIGUEZ, G., VILLA, A. *Una propuesta de innovación educativa: Una enseñanza integrada del cálculo infinitesimal en las escuelas de ingeniería*. Proceedings XIII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Maspalomas (Gran Canaria) 21, 22 y 23 September 2005.
- [8] KEIL, B. *Authoring MathML and e-Learning Content with SciWriter and SciLAS*. Second European Workshop of MathML& Scientific e-Contents. Kuopio (Finland). 16-18 September 2004. <http://dmath.savonia-amk.fi/secondWorkshop/servlet/Home/program.html>
- [9] NORSTEIN, A., RODRIGUEZ, G., VELICHOVA, D., VILLA, A. *Students' impressions about XMath pilot course*. Second European Workshop of MathML& Scientific e-Contents. Kuopio (Finland). 16-18 September 2004.
- [10] PARLAMENTO EUROPEO. *Las universidades y la enseñanza superior en el espacio europeo del conocimiento*, September 2002.
- [11] RODRIGUEZ, G., VILLA, A. *Could the computers change the trends in Mathematics learning?. A Spanish overview*. Proceedings Applimat 2005. Slovak University of Technology Bratislava (Eslovaquia) 1 -4 February 2005.
- [12] Xmath: <http://dmath.hibu.no/xmath/>