

ARTÍCULO

E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: oportunidades, retos, estado actual y tendencias*

*Cristina Steegmann
M. Antonia Huertas
Ángel A. Juan
Montserrat Prat*

Fecha de presentación: diciembre de 2007

Fecha de aceptación: junio de 2008

Fecha de publicación: octubre de 2008

Resumen

En la primera parte de este artículo se tratan los aspectos clave del *e-learning* de las asignaturas universitarias de carácter matemático-estadístico. En concreto, el artículo discute los principales beneficios que las diferentes tecnologías –entornos *on-line* de aprendizaje y software especializado– proporcionan a estudiantes, profesores y universidades implicadas en la docencia de este tipo de asignaturas, así como los retos y dificultades a los que se ve expuesto cada uno de estos agentes del sistema universitario. Se analizan también algunos aspectos innovadores que se están produciendo en este ámbito, prestando especial atención a cómo la formación, basada en Internet y en el uso de software matemático-estadístico, puede facilitar la consecución de objetivos importantes que se derivan de la declaración de Bolonia. En la segunda parte del artículo se presenta el proyecto de investigación MEL de la UOC y sus principales resultados. En este proyecto se lleva a cabo un estudio, a nivel nacional, sobre el estado actual de la docencia en asignaturas universitarias de carácter matemático-estadístico, haciendo énfasis en algunos de los factores importantes que afectan a la actividad docente: nivel de uso e integración de entornos *on-line* de aprendizaje, nivel de uso e integración de software matemático-estadístico, nivel de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, nivel de uso de recursos docentes en inglés, etc.

Palabras clave

e-learning de las matemáticas, tecnologías de la información en educación, Espacio Europeo de Educación Superior

* Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación y Ciencia, en el marco del proyecto EA2007-0310, y por el grupo de investigación del CIMANET del Internet Interdisciplinary Institute (IN₃) de la UOC.

E-learning in the area of maths and statistics in Spanish universities: opportunities, challenges, current situation and trends

Abstract

The first part of this article deals with key aspects of e-learning in mathematics and statistics studies at universities. It discusses the main benefits the different technologies – online learning environments and specialised software – for students, lecturers and universities giving these subjects, as well as the challenges and the difficulties these groups face. Certain innovative aspects in this field are also analysed, paying special attention to how this form of study, based on the Internet and use of mathematics and statistics software, may help in achieving the main objectives of the Bologna declaration. In the second part of the article the MEL research project at the UOC is presented, with the main results. This project is a study, at national level, on the current state of teaching in these university studies, emphasising some of the important factors which affect it: use and integration of online learning environments, use and integration of mathematics–statistics software, adaptation to the European Space for Higher Education, and use of teaching resources in English.

Keywords

e-learning of mathematics, information technology in education, European Space for Higher Education

1. Introducción

En la actualidad, las universidades europeas se encuentran en un momento de cambio importante propiciado por la consecución de un marco cultural común, por la progresiva adaptación a los cambios tecnológicos y socioeconómicos más recientes y, principalmente, por la convergencia hacia un sistema universitario europeo integrado que se conoce bajo la denominación de Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Como algunos autores destacan (Mas-Colell [1]), la principal filosofía que hay detrás de la configuración del EEES es la equiparación de estudios entre distintos países europeos, lo que previsiblemente potenciará la movilidad tanto del alumnado como del profesorado por las diferentes universidades europeas y fomentará el llamado «aprendizaje mutuo». La construcción del EEES representa un gran reto: el de readaptar antiguas estructuras propias de cada país con el objetivo de favorecer la transparencia y comparabilidad de los estudios superiores, facilitando el reconocimiento de titulaciones y haciéndolas más homogéneas a lo largo y ancho de la Unión Europea. Por este motivo, el nuevo esquema definido por el EEES implica la introducción de cambios significativos en los currículos formativos de las titulaciones universitarias. En este sentido, la cada vez más extensa incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos formativos universitarios resulta imprescindible para acometer el reto de construir una Europa del co-

nocimiento basada en un sistema educativo de calidad. No obstante, la generalización en el uso de las TIC no garantiza por sí misma la consecución de los objetivos perseguidos y es, por tanto, una condición necesaria pero no suficiente (Carrasco y otros. [2]).

En este nuevo contexto de educación superior que se está construyendo, las innovaciones y cambios metodológicos o de contenidos relacionados con la formación en matemáticas y estadística –ámbitos de formación que son transversales a titulaciones de ingenierías, ciencias sociales y ciencias experimentales–, vienen caracterizados por tres factores predominantes: (i) la creciente incorporación de las TIC (Internet, software especializado, etc.) en los procesos formativos, (ii) las directrices de convergencia al EEES, y (iii) la existencia de un interés generalizado entre las instituciones por reforzar un enfoque aplicado de estas asignaturas y, con ello, hacer más visibles las notables competencias profesionales vinculadas a estos ámbitos de conocimiento.

2. Formación on-line y e-learning de las matemáticas universitarias

Las TIC han producido importantes cambios en las sociedades modernas. Estos cambios, a su vez, tienen una fuerte influencia sobre el entorno universitario puesto que promueven la aparición tanto de nuevas necesidades forma-

tivas como de nuevas posibilidades metodológicas (Bates [3]). Como resultado de esta influencia, emergen nuevos modelos de formación en los que el papel desarrollado por profesores y estudiantes difiere parcialmente del tradicionalmente establecido durante el último siglo. Pero no solamente las TIC han producido cambios en las sociedades modernas, sino que las sociedades actuales tienen necesidades que gracias a las TIC pueden cubrirse. Así pues, las sociedades modernas necesitan que una parte significativa del proceso de formación deba ser compatible con nuestras responsabilidades laborales y familiares. En este sentido, los recursos y posibilidades que ofrecen las TIC pueden resultar de gran utilidad a la hora de compaginar estas obligaciones personales con las necesidades formativas. En el aspecto metodológico, las TIC ofrecen nuevas formas de comunicación, colaboración y participación en procesos formativos. Estas innovaciones tecnológicas y metodológicas han propiciado también mejoras en las oportunidades que ofrece la educación a distancia, permitiendo que estudiantes con limitaciones temporales o espaciales puedan ahora acceder a cursos y titulaciones a su conveniencia.

Debido al rápido crecimiento de la educación a distancia, los modelos basados en *e-learning* se practican en la actualidad a lo largo y ancho del mundo. Como apuntan Seufert, Lechner y Stanoevska [4], los modelos de *e-learning* pueden proporcionar un alto nivel de calidad formativa a la vez que permiten construir entornos de enseñanza-aprendizaje flexibles y sin restricciones de espacio, distancia o tiempo. Además, la aplicación de las TIC al ámbito de la formación facilita el cambio de un paradigma educativo tradicional –centrado en la figura de un profesor que posee el conocimiento y lo transmite unidireccionalmente a sus estudiantes–, a un paradigma educativo emergente que considera a los estudiantes como actores activos y centrales de su propio proceso formativo. El papel del profesor está dejando de ser el de un agente de transmisión de conocimientos para ocupar el lugar de un agente especialista en la materia que diseña el curso, guía y supervisa el proceso formativo de sus estudiantes (Engelbrecht y Harding [5]). Como se define en Raschke [6], este es el paradigma universitario post-moderno. Las fronteras entre ambos paradigmas no están del todo definidas, sino que ambos coexisten y están interrelacionados en la práctica. Por un lado, es frecuente encontrar que las TIC son usadas en combinación con metodologías tradicionales. Por otro lado, también es frecuente encontrar cursos *on-line* que combinan una metodología centrada en el estudiante con materiales docentes que provienen del modelo tradicional.

En relación con el área de la formación matemático-estadística, las reformas son extensas –no sólo en el ámbito de la educación a distancia sino también en la educación universitaria presencial–, y muchos profesores han propuesto y desarrollado estrategias innovadoras basadas en: el apoyo *on-line* a los estudiantes, el aprendizaje colaborativo, la integración del software matemático en los cursos, y el diseño de nuevos *curriculums* formativos que promuevan la comprensión de los conceptos y sus aplicaciones por parte del estudiante en lugar del aprendizaje de procedimientos de cálculo mecánicos y repetitivos (Borba y Villarreal [7]). De acuerdo con Lai, Pratt y Grant [8], con respecto al estado actual del *e-learning* de las matemáticas y la estadística, hay varios aspectos a considerar, entre otros: (a) el tipo, rango y cantidad de tecnología usada, (b) el rango y nivel de los cursos y programas que se ofrecen, (c) los aspectos metodológicos –p. ej., cómo se está usando la tecnología–, y (d) el apoyo que la institución proporciona tanto a sus estudiantes como a sus profesores.

3. Oportunidades que ofrece la formación *on-line* de las matemáticas y la estadística

La formación *on-line* ofrece beneficios significativos a los estudiantes, especialmente en estudiantes adultos que compaginan trabajo con estudios –y que, por consiguiente, tienen severas restricciones temporales–; pero también, en aquellos estudiantes cuya ubicación geográfica es distante respecto a la de los campus universitarios, o en estudiantes que presentan algún tipo de discapacidad física. Según Zirkle [9], los siguientes son algunos de los principales beneficios:

- Eliminación de las restricciones asociadas a la obligación de tener que asistir a clases en el campus universitario según un horario poco flexible.
- Posibilidad de personalizar y autogestionar parte de los contenidos y actividades del curso.
- Mejoras en el acceso a la educación para los estudiantes con discapacidades físicas.
- Contribución al desarrollo de habilidades tecnológicas.

En relación al último de los beneficios mencionados, parece evidente que las habilidades y competencias tecnológicas de un estudiante pueden verse significativamente

mejoradas gracias a: (i) la interacción con el software matemático, (ii) la comunicación con profesores y otros estudiantes vía *e-mail*, foros o chats, y (iii) la participación activa en proyectos colaborativos mediante plataformas

web tales como Moodle,^[www1] BSCW,^[www2] etc. (figura 1). Estas experiencias sociales y tecnológicas pueden ser muy valiosas para la futura carrera profesional del estudiante en un mundo globalizado.

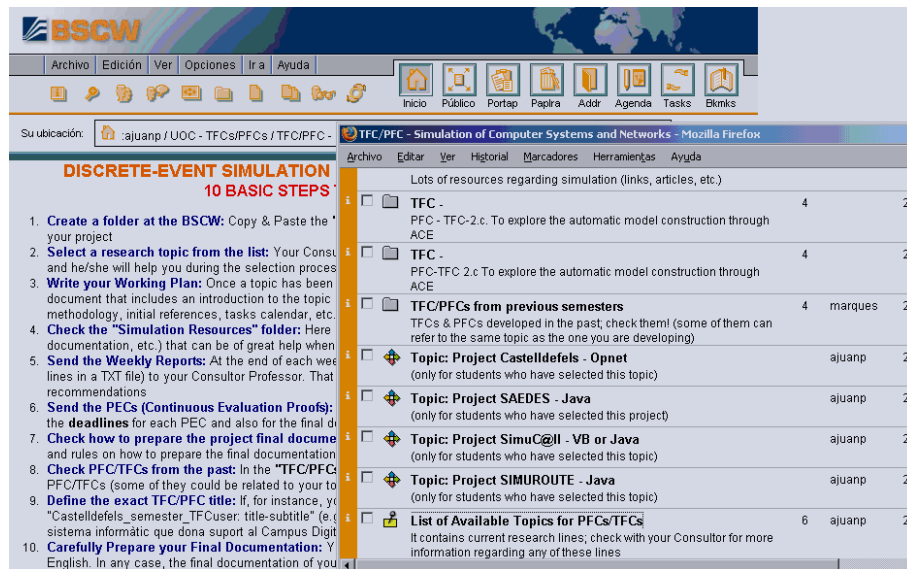


FIGURA 1. BSCW es un ejemplo de un entorno colaborativo *on-line*

En particular, la interacción con el software matemático-estadístico –tanto en el caso de cursos presenciales como en el caso de cursos *on-line*–, puede proporcionar beneficios adicionales a los estudiantes de estas asignaturas, puesto que esta interacción les permite obtener una mejor comprensión de algunos conceptos, procedimientos y aplicaciones de las mismas. Específicamente, y según apuntan Alonso, Rodríguez y Villa [10], el uso de software matemático-estadístico puede proporcionar los siguientes efectos beneficiosos:

- Una mejor visualización de los conceptos matemáticos y estadísticos mediante la representación de gráficos, superficies, etc.
- Una aproximación constructivista al conocimiento matemático-estadístico mediante la experimentación con diferentes escenarios y la realización de análisis paramétricos o análisis de sensibilidad (p. ej., estudiar cómo varían los resultados en función de los inputs del modelo).
- El desarrollo de un espíritu crítico mediante la posibilidad de: (a) comparar distintos métodos de resolución

de problemas –analítico, simulación, etc.– y, (b) realizar análisis más detallados de los resultados.

- Una reducción del trabajo mecánico: una vez el estudiante ha asimilado los conceptos y el proceso de resolución para casos sencillos, puede utilizar ordenadores para resolver cálculos más complejos, tal y como hará en su carrera profesional futura. En este sentido, los ordenadores permiten ahorrar tiempo que tradicionalmente ha sido empleado en resolver operaciones manualmente. Este tiempo, a su vez, puede ser empleado en procesos más constructivos, tales como el aprendizaje de un número mayor de conceptos matemáticos o de un conocimiento más extenso de sus posibles aplicaciones.
- Una reducción en la distancia que habitualmente separa la teoría de la práctica: el uso de software matemático-estadístico permite el modelado y solución de problemáticas reales, donde las condiciones de entorno y los datos pueden ser usados sin necesidad de añadir restricciones simplificadoras.

[www1] <http://moodle.org>

[www2] <http://bscw.fit.fraunhofer.de>

Finalmente, un beneficio adicional para los estudiantes que siguen cursos basados en Internet puede ser la posibilidad de interactuar con especialistas mundiales de primera fila que colaboren *on-line* con la institución, o también la posibilidad de completar algunos cursos de su titulación en universidades de otras regiones o países. Los programas de educación a distancia basados en Internet, también ofrecen distintos beneficios a profesores e instituciones del ámbito universitario en general, como:

- La oportunidad de desarrollar equipos en red de profesores, que pueden colaborar *on-line* con la institución, tanto en programas formativos como en proyectos de investigación.
- La posibilidad de ofrecer educación en diferentes idiomas a estudiantes de distintos países o regiones. Esto, a su vez, podría ser realmente útil para estudiantes no nativos (por ejemplo, estudiantes de programas tipo Erasmus o Sócrates), matriculados en cursos de matemáticas o estadística, a la hora de evitar ciertos problemas de comprensión no inherentes a los contenidos matemático-estadísticos (Barton, Chan, King, Neville-Barton y Snedon [11]).
- La oportunidad de revisar y mejorar el currículum formativo, los métodos y los materiales formativos –por ejemplo, se podrían realizar prácticas de laboratorio sin restricciones temporales o de capacidad; además, se fomenta el desarrollo de documentación multimedia e interactiva.
- En el contexto del EEES, la oportunidad de compartir materiales, metodologías y experiencias entre universidades con la finalidad de asegurar: (a) la compatibilidad del currículum, y (b) la evaluación de competencias y capacidades teóricas, prácticas y transversales (QAA [12]).
- La posibilidad de ofrecer titulaciones conjuntas con otras universidades (Michael y Balraj [13]) p. ej.: cada universidad podría especializarse en un área de conocimiento y ofrecer la parte de la titulación correspondiente a esta área.

4. Retos asociados al *e-learning* de las matemáticas y la estadística

En general, cualquier tipo de educación a distancia presenta tasas de abandono entre estudiantes más altas que las de

los programas presenciales tradicionales (Sweet [14]). La naturaleza de la educación a distancia puede crear un sentimiento de aislamiento en los estudiantes, que pueden llegar a sentirse desconectados del profesor, del resto de la clase, e incluso de la propia institución. Es necesario, pues, que los profesores orienten y guíen el proceso de aprendizaje y la actividad del estudiante y también que proporcionen un *feed-back* regular –casi diario– en relación a dicha actividad, p. ej.: no basta con proporcionar los resultados evaluativos de las distintas actividades que realice el estudiante, sino que también habrá que proporcionarle revisiones detalladas de las mismas o, como mínimo, modelos de resolución que le permitan contrastar la validez de las actividades desarrolladas. Por otra parte, la comunicación entre estudiantes debería ser también potenciada y promovida por los profesores –responsables de dinamizar los espacios *web* dedicados a dichas funciones–, y por la institución –que debería proporcionar una plataforma *on-line* de enseñanza-aprendizaje que fuese amigable, técnicamente eficiente y con un alto grado de usabilidad. Como apuntan Simonson, Smaldino, Albright y Zvacek [15], otro problema usual es que los estudiantes tengan dificultades con el uso de la tecnología. Tanto los profesores como las instituciones deben asegurarse de que los estudiantes estén tecnológicamente preparados y tengan el suficiente entrenamiento antes de comenzar un curso o programa *on-line*.

En el caso de estudiantes que cursan contenidos matemático-estadísticos en entornos de formación *on-line*, es frecuente encontrarse con problemas adicionales debido, en gran parte, a que estas áreas de conocimiento suelen exigir bastante esfuerzo y dedicación. En efecto, los estudiantes de cursos con contenido matemático-estadístico no sólo han de obtener y aplicar conceptos abstractos, sino que también han de conseguir desarrollar habilidades de pensamiento lógico y abstracto. En este sentido, algunos de los problemas más frecuentes son los siguientes:

- El *background* matemático de los estudiantes: La mayoría de los estudiantes en cursos de formación *on-line* suelen ser adultos que probablemente no hayan tenido contacto con las matemáticas y con la notación matemática durante años. Por tanto, hay que prestar una atención especial a su nivel actual en matemáticas y, en la mayoría de los casos, resulta necesario proporcionarles algunos cursos de refuerzo o revisión de conceptos antes de comenzar con cursos más avanzados.
- Falta de motivación de los estudiantes: Muchos estudiantes de titulaciones de ingenierías o ciencias sociales muestran una falta de interés y motivación por las

asignaturas de carácter matemático. Esta falta de motivación es debida, principalmente, al hecho de que en muchos casos no entienden el valor añadido que estos cursos –en especial los más teóricos– pueden ofrecer a su formación. Este es un factor importante de riesgo, puesto que como Meyer [16] hace notar, la motivación es un factor decisivo en el aprendizaje *on-line*. El uso de actividades basadas en software y el uso de un enfoque profesionalizador pueden ayudar a incrementar el nivel de motivación de los estudiantes por las asignaturas de ámbito matemático. Algunos estudios recientes parecen corroborar la conveniencia de usar este tipo de enfoque. Por ejemplo, (Petocz y otros [17]) destacan la conveniencia de establecer conexiones explícitas entre las asignaturas de carácter matemático-estadístico y el mundo profesional.

- Cursos sobredimensionados en créditos: A menudo, el número de horas que los estudiantes deben invertir para superar un curso de contenidos matemático-estadísticos es significativamente mayor que el número de horas que deben invertir para superar otros cursos con un número de créditos equivalente. Esto es especialmente cierto en el caso de estudiantes con una pobre formación matemática –lo cual, como ya se ha comentado, es una situación bastante frecuente entre estudiantes adultos. Por tanto, algunas veces se hace necesario revisar y reajustar la carga de trabajo del curso al número real de créditos que éste tiene asignado.
- Falta de interacción presencial: Muchas actividades de enseñanza-aprendizaje, especialmente aquellas que proporcionan habilidades prácticas, se benefician de la interacción presencial entre profesores y estudiantes. Obviamente, en un entorno *on-line* este tipo de interacciones no son posibles y, por tanto, resulta necesario recurrir a otras metodologías de interacción –como, por ejemplo, el aprendizaje colaborativo *on-line* o el uso de foros– a fin de compensar esta deficiencia (Oates, Paterson, Reilly y Statham [18]).
- Pobre integración de la notación matemática en los ordenadores y entornos *on-line*: A pesar de que existen diferentes soluciones software que integran editores de ecuaciones, y a pesar de los notables avances que se están realizando en este tema con la introducción de estándares como MathML^[www3] y OpenMath,^[www4] sigue siendo

mucho más tedioso usar notación matemática en un entorno *on-line* que en un entorno tradicional como puede ser una pizarra o una simple hoja de papel.

Por lo que respecta al profesor *on-line* de matemáticas o estadística, éste se enfrenta a un reto importante como es el tiempo necesario para: (i) diseñar el curso y, una vez éste ha comenzado, (ii) proporcionar orientación y apoyo a sus estudiantes (Birnbaum [19]). Enseñar con tecnología requiere de un esfuerzo constante por parte del profesorado, puesto que las tecnologías van evolucionando rápidamente y es necesario mantenerse al día. Por dicho motivo, las universidades deben proporcionar a sus profesores cursos específicos de formación y herramientas tecnológicas eficientes que les faciliten el diseño, desarrollo y seguimiento de cursos *on-line*, incluyendo un aspecto tan importante como es la monitorización automática de la actividad de los estudiantes y grupos de trabajo colaborativo (Daradoumis y otros [20]). Este proceso de monitorización se puede llevar a cabo a partir de los registros de actividad que los servidores *on-line* almacenan. El conjunto de las medidas propuestas pueden contribuir significativamente a superar posibles resistencias por parte del profesorado al uso de las tecnologías basadas en *e-learning* (Newton [21]), (Pajo y Wallace [22]) o en software matemático-estadístico (Yushau [23]).

Finalmente, por lo que afecta a las instituciones, éstas deben ser conscientes de que la formación *on-line* no es un método económico de proporcionar formación. Los costes de iniciar un proyecto de formación *on-line* y mantenerlos son significativos, debido en parte al coste de: (a) la tecnología empleada para las comunicaciones –redes, servidores, líneas de conexión, etc.– y la plantilla de especialistas que deben mantener y administrar el sistema, (b) las licencias de software –plataformas *web*, sistemas operativos, sistemas gestores de bases de datos, software matemático, utilidades, etc.–, y (c) programas y cursos formativos para profesorado, tanto a nivel metodológico como técnico, entre los cuales hay que considerar cursos de actualización anuales en nuevas versiones de software matemático-estadístico.

5. Aspectos metodológicos y tendencias

En la actualidad se reconoce la importancia de todas las formas de aprendizaje centradas en el estudiante, siendo

[www3] <http://www.w3.org/Math>

[www4] <http://www.openmath.org>

éste el principal sujeto activo de su aprendizaje (Lai, Pratt y Grant [24]). Siguiendo estas tendencias, las universidades –tanto las presenciales como las no presenciales– están centrando cada vez más los procesos formativos en la actividad que desarrolla el estudiante: los profesores utilizan las oportunidades que la tecnología les ofrece para implementar metodologías innovadoras en las que los estudiantes adquieren un mayor protagonismo activo en el proceso de aprendizaje (Hannafin, Hill y Susan [25]). En este sentido, hay una clara tendencia a utilizar las TIC para incrementar los niveles de interacción entre estudiantes y profesores y, sobre todo, entre los propios estudiantes –aprendizaje colaborativo. A pesar de esta tendencia predominante, cuando se trata de cursos universitarios de matemáticas y estadística algunos estudios destacan el uso poco frecuente de metodologías centradas en el estudiante (Walczyk y Ramsey [26]), e incluso se han identificado algunas de las posibles causas de este problema (Walczyk, Ramsey y Zha [27]).

Resulta evidente que aprender y enseñar matemáticas o estadística a distancia sin un apoyo presencial no es una tarea sencilla. Una gran parte de los estudiantes de cualquier universidad de educación a distancia son adultos que trabajan. En muchos casos, estos estudiantes dejaron su formación matemática hace ya varios años y, por tanto, tienden a mostrar graves carencias y lagunas por lo que a su formación básica en matemáticas se refiere, lo que les provoca cierta sensación de temor y ansiedad. La institución debe ofrecer a este tipo de estudiantes cursos preparatorios de manera que los conceptos matemáticos básicos puedan ser revisados y reforzados. Además, esto les permitirá poder adaptarse bien a las características metodológicas y técnicas concretas del entorno *on-line* con el que trabajarán antes de iniciar cursos más avanzados. Durante el curso, los profesores deberían hacer uso de diferentes métodos y estrategias propios de la formación *on-line* –tales como presentaciones dinámicas, tutoriales de laboratorio, simulaciones, discusión de conceptos en foros, interacción y colaboración con y entre estudiantes, etc. De esta forma se refuerza la actividad del estudiante y se fomenta su creatividad y su capacidad para experimentar, favoreciendo así que cada estudiante vaya construyendo su propio conocimiento matemático-estadístico. Otro factor decisivo es el *feedback* que pueden proporcionar los profesores a las distintas actividades realizadas por los estudiantes, así como la posibilidad de que dichos profesores estén fácilmente accesibles mediante *e-mail* o foros de debate (Sakshaug [28]).

Cabe destacar que algunos especialistas ya han formulado propuestas que apuestan por potenciar el uso de las matemáticas y la estadística como herramienta transversal

de aplicación a otras disciplinas (Henderson [29]). Otro aspecto importante que tener en cuenta se refiere a la calidad de los procesos evaluativos. En este sentido, es fundamental definir estrategias de evaluación que permitan garantizar la autoría de todas las pruebas *on-line* de evaluación continua que sean realizadas durante el semestre académico (Corcoles, Huertas, Juan, Serrat y Steegmann [30]).

6. El proyecto Mathematical E-Learning de la UOC

El proyecto Mathematical E-Learning o MEL, acrónimo de «*E-Learning* de las matemáticas en las universidades españolas: Tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior», es un estudio sobre el estado de la formación matemático-estadística en el ámbito de las universidades españolas. Este estudio ha sido desarrollado por el grupo de investigación CIMANET, perteneciente al Internet Interdisciplinary Institute (IN₃) de la UOC, y está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

El estudio analiza el uso e integración actual de los entornos *on-line* de aprendizaje, del software especializado y de los recursos docentes en inglés en la enseñanza de las matemáticas y la estadística a nivel universitario. El estudio también explora la manera en que se está integrando la formación *on-line* en las universidades que tradicionalmente han ofrecido formación presencial; sin perder de vista que en estos momentos la comunidad universitaria está inmersa en el debate y los cambios necesarios para la adopción del EEES. Por dicho motivo, en el proyecto se profundiza sobre las competencias que las asignaturas de matemáticas y estadística pueden aportar a la formación de los nuevos titulados universitarios, y de los pasos necesarios para adaptar la actividad académica y docente en e-formación de matemáticas a la declaración de Bolonia.

En el desarrollo del proyecto MEL se han empleado instrumentos propios de la investigación cuantitativa complementados con métodos de estudio cualitativos. Con ello se pretende ofrecer un enfoque híbrido que aproveche las sinergias de los dos tipos de metodologías de investigación. Para la obtención de datos referentes al estado actual de la docencia *on-line* de estas asignaturas se ha usado la herramienta de encuesta electrónica, mientras que la parte cualitativa se ha llevado a cabo con artículos que describen buenas prácticas relacionadas con experiencias de innovación docente. Tanto los detalles sobre el desarrollo del estudio como los resultados obtenidos, los cuales se resumen en

las siguientes secciones, se pueden consultar en la dirección Web <http://cimanet.uoc.edu/mel>.

7. Principales resultados cuantitativos del proyecto MEL

La población objetivo de la investigación está constituida por los profesores universitarios de toda España pertenecientes a departamentos de interés para el estudio, p. ej., aquellos departamentos cuya actividad docente se centra en asignaturas básicas o instrumentales de carácter matemático-estadístico (en su sentido más amplio). Para cada universidad española, se han visitado las páginas web de todos los departamentos de interés y se han obtenido todas las direcciones *e-mail* públicas de sus profesores. El número total de direcciones *e-mail* obtenidas ha sido de 3.230. Usando dichas direcciones, se han enviado un *e-mail* a cada profesor con una breve explicación del proyecto y una encuesta *on-line* corta de tipo multi-ítem. De los 3.230 profesores que recibieron el *e-mail* con la encuesta, 1.931 de ellos la completaron correctamente, lo que representó una tasa de respuesta del 59,8%. Cabe destacar que este porcentaje de respuesta es sobre la población total, no sobre una muestra aleatoria, lo que hace que esta tasa de respuesta sea destacable.

A partir del análisis estadístico de las encuestas se han deducido algunos resultados interesantes. Así, por ejemplo, entre los 1.931 profesores que han respondido a la encuesta, hay un consenso generalizado (73%) en que el uso del software matemático-estadístico en la actividad docente es positivo o muy positivo. Sin embargo, un 68% de las respuestas apuntan que el nivel de uso que actualmente se le está dando a este tipo de herramienta tecnológica es muy bajo, bajo o medio (figura 2). Esto hace pensar que, si bien se reconoce el potencial de este tipo de software, todavía no se le está sacando todo el rendimiento posible. Es más, un 80% de las respuestas afirman que el nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación (existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.) es muy bajo, bajo o medio. Por ello, es de esperar que en los próximos años se produzca un incremento significativo tanto en el nivel de uso de esta tecnología como en su nivel de integración dentro de los procesos de evaluación, p. ej.: habida cuenta del potencial que se le reconoce, es de esperar que se tienda a incrementar el uso del software matemático/estadístico en las asignaturas y, a la vez, que éste se vaya integrando cada vez más en los procesos evaluativos vía prácticas con ordenador, etc. Cabe destacar, sin embargo, que la situación no es la misma en todas las comunidades autónomas españolas (CC.AA.), puesto

que en algunos casos (p. ej.: Navarra y Aragón) el uso de estas tecnologías ya parece ser algo bastante extendido. Evidentemente, esta evolución deberá ser fomentada por parte de las instituciones, que deberán actuar como catalizadores de la misma (facilitando el acceso a licencias de estos programas, ofreciendo cursos de formación a sus profesores, favoreciendo la innovación y el desarrollo de materiales docentes que hagan uso de estas tecnologías, etc.).

P1 - Uso actual software matemático-estadístico
1931 respuestas / 3.230 encuestas (tasa respuesta = 59,8%)

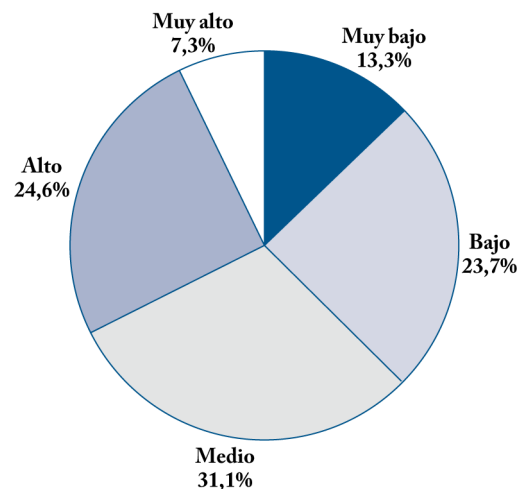


FIGURA 2. Uso actual de software matemático-estadístico
Fuente: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

Por lo que se refiere al uso de entornos *on-line* y de Internet, entre los 1.931 profesores que han respondido a la encuesta hay también un consenso generalizado (74%) en que éste es positivo o muy positivo. Este dato contrasta con el hecho de que un 70% de los participantes han manifestado que el nivel de uso de estas tecnologías es bajo, muy bajo o medio (figura 3). Por ello, cabe esperar también cambios significativos (un incremento importante) durante los próximos años por cuanto al uso de entornos *on-line* e Internet se refiere. Nuevamente, la situación no es la misma en todas las CC.AA. puesto que en algunas de ellas el uso de este tipo de entornos ya es una práctica bastante habitual (p. ej.: Navarra, Canarias y La Rioja). Evidentemente, éste es un aspecto donde el papel de la institución es fundamental, puesto que le corresponde a ésta ofrecer los recursos tecnológicos y la infraestructura necesaria para que profesores y estudiantes puedan ejercer su actividad de enseñanza/aprendizaje en este tipo de entornos. Asimismo, la institución debe proporcionar los cursos de reciclaje y

formación necesarios para que sus profesores puedan sacar el máximo provecho a este tipo de tecnología en su actividad docente.

Un 70% de los participantes afirman que el nivel de uso del inglés es bajo o muy bajo, llegando este porcentaje al 90% si incluimos también la categoría de uso medio. Evidentemente, ésta es una situación que contrasta con la idea de crear un Espacio Europeo de Educación Superior, donde se supone una cierta internacionalización de los programas que favorezca la movilidad entre profesores y estudiantes de distintos países europeos. Se impone, pues, como necesario un cambio de mentalidad y una apuesta clara, por parte de profesores, estudiantes e instituciones, por incrementar el uso de materiales y recursos docentes en inglés, especialmente en las asignaturas más avanzadas de las titulaciones, donde se supone que el estudiante dispone de un dominio suficiente del idioma para leer sin mayores dificultades textos técnicos de ámbito matemático/estadístico.

Finalmente, en relación a las preguntas más directamente vinculadas con el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), cabe destacar que entre los 1.931 participantes hay bastante consenso (60%) en que el EEES implicará un nivel de cambios (en metodología, contenidos y/o sistema de evaluación) alto o muy alto con respecto a la situación actual. Esta opinión es común en todas las CC.AA., si bien es en La Rioja, Canarias, Navarra, Murcia, Asturias y Castilla-La Mancha donde se percibe la próxima aparición de cambios importantes como respuesta a las directrices del EEES. Esta opinión generalizada de que el EEES implica cambios importantes en el sistema universitario contrasta con el hecho de que un 71% de los

P2 - Uso actual entornos on-line + Internet
1931 respuestas / 3.230 encuestas (tasa respuesta = 59,8%)

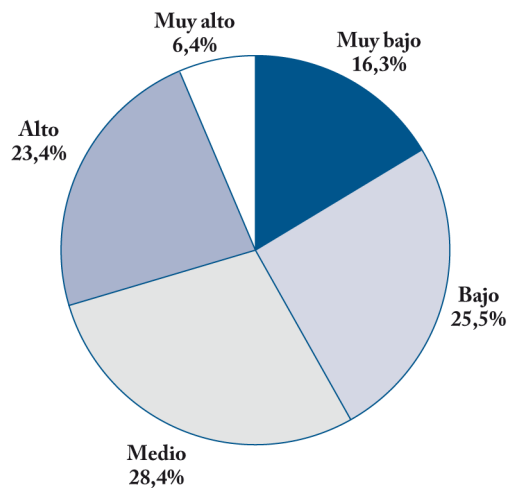


FIGURA 3. Uso actual de entornos on-line y de Internet
Fuente: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

En lo referente al uso de materiales y recursos en inglés, la situación es bastante preocupante en todas las CC.AA.

P5 - Nivel adaptación al EEES por CC.AA.
1.931 respuestas / 3.230 encuestas (tasa respuesta = 59,85%)

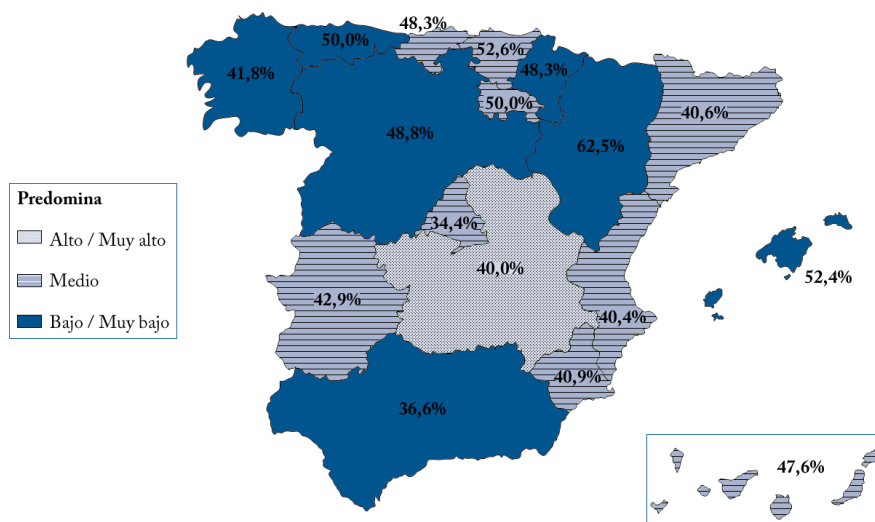


FIGURA 4. Nivel de adaptación al EEES por CC.AA.
Fuente: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

participantes manifiesta que el nivel actual de adaptación al EEES es muy bajo, bajo o medio. Por CC.AA., sólo en Castilla La-Mancha parece haber una sensación bastante generalizada de que el nivel de adaptación actual es alto o muy alto (figura 4). Por lo que se refiere al nivel de información institucional sobre el EEES, un 73% de los participantes afirma que éste ha sido muy alto, alto o medio, lo que parece indicar una cierta satisfacción en cuanto al grado de información recibido. Esta opinión parece especialmente fundamentada en algunas CC.AA. como, p. ej., Cantabria y La Rioja. Parece claro, pues, que el profesorado en general es consciente de que el EEES implica e implicará cambios significativos en la manera de desarrollar su actividad profesional docente. También aquí las instituciones deberán jugar un papel fundamental a la hora de dar orientación y apoyo en el desarrollo e implementación de dichos cambios, más si cabe a tenor de que un porcentaje no desdeñable de los participantes (18%) ha manifestado su opinión de que estos cambios pueden afectar de forma negativa o muy negativa a su actividad docente.

8. Principales resultados cualitativos del proyecto MEL

Otro de los objetivos de este estudio era recopilar y analizar prácticas docentes innovadoras de profesores universitarios de matemáticas y estadística. Por este motivo, se invitó a algunos profesores a que nos hicieran llegar sus experiencias en innovación docente a través de artículos breves en que se describieran las actividades y experiencias que se llevan a cabo en sus asignaturas o en sus universidades. Han participado 111 profesores de 31 universidades nacionales, lo que supone un total de 66 artículos sobre prácticas docentes innovadoras, todos ellos accesibles desde el portal del proyecto MEL. Los artículos recogidos permiten conocer de primera mano aquellas experiencias que se están llevando a cabo en las aulas de las universidades españolas, sus ventajas, inconvenientes, resultados y su aceptación en el marco de la comunidad universitaria española. Además, han permitido configurar un buen panorama del estado de la docencia de las matemáticas en las universidades españolas en relación a la integración de las TIC, el uso de software matemático-estadístico, la integración al Espacio Europeo de Educación Superior, etc.

Los 66 artículos recogidos se pueden enmarcar en alguna de las siguientes 6 áreas temáticas: adaptación de asignaturas al EEES (22 artículos), uso de software matemático-estadístico en docencia (4 artículos), uso de entornos de apren-

dizaje *on-line* como complemento a la formación presencial (18 artículos), enfoque de la asignatura y/o contextualización de la misma en el marco del plan de estudios de la titulación (10 artículos), incorporación de recursos de Internet y/o de recursos en inglés (7 artículos), y, otros –seminarios, aprendizaje colaborativo, uso de video para la evaluación, etc.– (5 artículos). Si nos centramos sólo en la tecnología que enumeran en los artículos, podemos enmarcar los 66 artículos en 4 grupos: Entornos Virtuales de Aprendizaje Virtual (VLE), software matemático-estadístico, TICs o propuesta de innovación que no pasa por el uso de ninguna tecnología (11,67% de los artículos). En la mayoría de los artículos se enumera el uso de más de una de estas tecnologías. El 60% de los artículos recibidos hablan del uso de VLE, entendidos como todo sistema de software diseñado como plataforma para la enseñanza y el aprendizaje, que no debemos confundir con un Entorno de Aprendizaje Gestionado (MLE) donde el foco está en la gestión de recursos educativos. En un 66,67% de estos artículos los VLE se utilizan como complemento a la docencia; mientras que, en el 33,33% restante los VLE inciden en la docencia. Destacar que claramente hay un VLE predominante en la docencia universitaria, y este es Moodle, puesto que el 52,78% de los artículos acerca de los VLE lo usan. Las propuestas metodológicas expuestas muestran una tendencia a lo que se puede llamar –a grandes rasgos– una docencia no-presencial. Esta no-presencialidad tiene distintas vertientes: ejercicios autoevaluativos (fuera del horario escolar), trabajo en grupo, material de aprendizaje multimedia y aprendizaje semipresencial y/o no-presencial.

En un 28,33% de los artículos aparece el uso de uno o más de un software matemático-estadístico. Entendiendo como tal a dos tipos de software: el software matemático o sistema de álgebra computacional (CAS) que es un programa de ordenador que facilita el cálculo simbólico; y el software estadístico o paquete estadístico, que es un conjunto de programas de ordenador especializados para el análisis estadístico. En un 29,41% de los artículos aparece de forma más o menos directa el uso del software como un complemento en la docencia, mientras que en el 70,58% restante el uso de software incide en la docencia. El uso de software matemático-estadístico aporta cambios importantes en la docencia, ya que: permite simular, posibilitando estudiar aspectos que anteriormente eran difíciles de trabajar; permite dibujar en 3D, y por consiguiente, profundizar en otro tipo de ejercicios y conceptos; permite trabajar con ejercicios contextualizados, por lo tanto, tratar con datos reales y obtener interpretaciones realistas de los mismos; permite trabajar más el concepto que el propio algoritmo; permiten modificar la evaluación, etc.

El uso de las TIC aparece en el 36,67% de los artículos. En un 27,27% de los casos, este uso es un elemento esencial de la «nueva» –en el sentido de diferente a la «tradicional»– metodología que se está llevando a cabo; mientras que en el 72,73% restante no se aprecia que las TIC modifiquen la metodología «tradicional», sino que son un complemento a la docencia.

Conclusiones finales

Enseñar y aprender matemáticas en entornos *on-line* y dentro del contexto del emergente EEES requiere de un esfuerzo importante por parte de todos los agentes implicados –estudiantes, profesores e instituciones universitarias. Este esfuerzo se debe centrar, principalmente, en la superación de algunos obstáculos de tipo metodológico que son básicamente debidos al hecho de que los modelos de formación presencial no son directamente aplicables en entornos de formación a distancia. En un escenario de *e-learning*, los estudiantes y sus profesores no mantienen una relación presencial directa y, en muchos casos, ni siquiera tienen una sincronía temporal en la comunicación. Por dicho motivo, resulta imprescindible desarrollar modelos innovadores de formación que se basen tanto en el uso de la tecnología como en la aplicación de nuevos enfoques

metodológicos. En este artículo se propone que dichos modelos estén basados en los siguientes aspectos clave que, a nuestro entender, van en la línea marcada por las directrices de la Declaración de Bolonia (figura 5): (a) la adaptación de los cursos al contexto de la titulación en la que se encuentran ubicados, a fin de optimizar su contribución a los contenidos, habilidades y competencias que deben poseer los estudiantes que finalicen dicha titulación; (b) el uso de un enfoque profesionalizador –p. ej.: priorizando las aplicaciones prácticas de los contenidos matemáticos sobre un exceso de teoría; (c) la integración de software matemático en los cursos para resaltar aplicaciones a problemas y contextos reales de los conceptos y métodos matemáticos; (d) el desarrollo de materiales interactivos que faciliten su actualización y el aprendizaje por experimentación; (e) la evaluación inicial de los estudiantes a fin de proporcionarles el apoyo y recursos necesarios desde el inicio de su actividad formativa; (f) el uso de un modelo de evaluación continua que guíe y prepare a los estudiantes en su formación; y (g) la promoción del aprendizaje colaborativo *on-line* mediante la asignación de proyectos y actividades a realizar en grupos de trabajo.

En los resultados obtenidos en el proyecto MEL se observa que hay un porcentaje alto de profesores que consideran que el EEES implicará un nivel de cambios –en metodología, contenidos y/o sistemas de evaluación– alto o muy alto respecto a la situación actual. Pero estos mismos

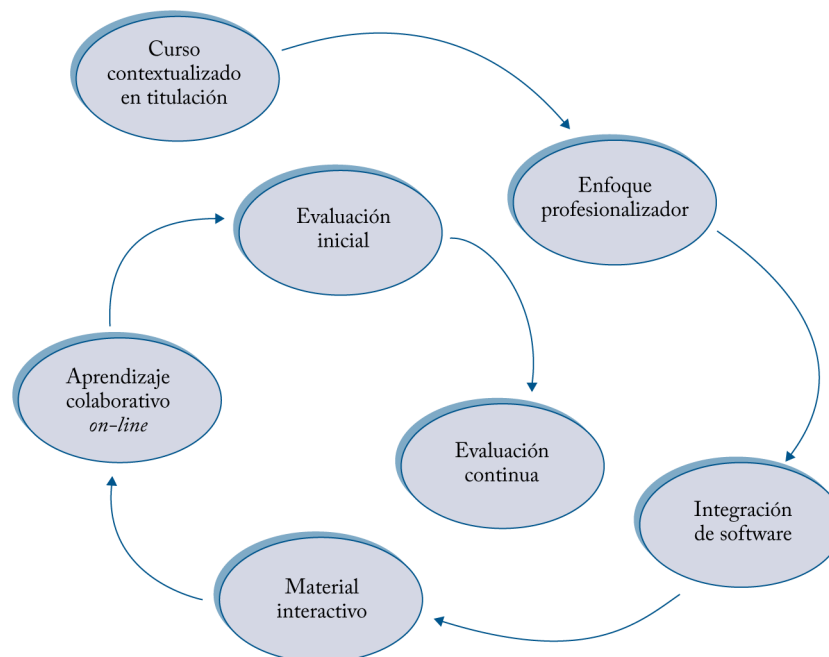


FIGURA 5. Aspectos clave de un modelo de e-learning de las matemáticas
Fuente: elaboración propia

profesores manifiestan, en un porcentaje incluso más elevado, que el nivel actual de adaptación al EEES es muy bajo, bajo o medio, aunque en relación a la información institucional recibida acerca del EEES, estos mismos profesores manifiestan claramente que ha sido muy alta, alta o media. Por otro lado, en relación a la directriz de la Declaración de Bolonia que hace referencia a la integración de software matemático-estadístico en los cursos para resaltar aplicaciones a problemas y contextos reales de los conceptos y métodos matemáticos, los resultados del estudio MEL también confirman que si bien un porcentaje elevado de los profesores del estudio consideran que el uso del software matemático-estadístico en la actividad docente es positivo o muy positivo, el nivel de uso que actualmente se le está dando a este tipo de herramienta tecnológica es muy bajo, bajo o medio. Lo que confirma lo anteriormente expuesto por estos encuestados, que si bien las instituciones están llevando a cabo una tarea de información acerca del EEES alta, la adaptación efectiva y los cambios metodológicos necesarios para ellos es actualmente baja.

Referencias

- [1] MAS-COLELL, ANDREU (2003). «The European Space of Higher Education: Incentive and Governance Issues» [artículo en línea]. *Rivista di politica economica*. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <<http://www.tau.ac.il/~razin/Mas-Colell.pdf>>
- [2] CARRASCO, AMPARO; GARCÍA, ESPERANZA; DE LA IGLESIA, COVADONGA (2005). «Las TIC en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Dos experiencias docentes en teoría económica» [artículo en línea]. *Revista Iberoamericana de Educación*. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <http://www.rioei.org/tec_edu36.htm>
- [3] BATES, A. (2005). *Technology, E-Learning and Distance Education*. Londres: Routledge Falmer.
- [4] SEUFERT, SABINE; LECHNER, ULRIKE; STANOEVSKA, KATARINA (2002). «A Reference Model for Online Learning Communities». *International Journal on E-Learning*. Vol. 1, n.º 1, pág. 43-54.
- [5] ENGELBRECHT, J.; HARDING, A. (2005). «Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 1: Technologies and taxonomy». *Educational Studies in Mathematics*. Vol. 58, n.º 2, pág. 235-252.
- [6] RASCHKE, CARL (2003). *The Digital Revolution and the coming of the Postmodern University*. Nueva York: Routledge Falmer. 1.ª ed.
- [7] BORBA, M.; VILLAREAL, M. (2005). *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. Nueva York: Springer.
- [8] LAI, KWOK-WING; PRATT, KERYN; GRANT, ALISON (2003). «State of the Art and Trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature» [artículo en línea]. University of Otago. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <www.otago.ac.nz/courses/distance_study/pdf/distance_lit_review.pdf>
- [9] ZIRKLE, CHRISTOPHER (2003). «Distance education in career and technical education: A review of the research literature». *Journal of Vocational Education Research*. Vol. 28, n.º 2, pág. 151-171.
- [10] ALONSO, FÉLIX; RODRÍGUEZ, GERARDO; VILLA, AGUSTÍN DE LA (2007). «New challenges, new approaches: A new way to teach Mathematics in Engineering» En: *International Conference on Engineering Education – ICEE 2007* (Septiembre: Coimbra, Portugal) [comunicación en línea]. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <<http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/122.pdf>>
- [11] BARTON, B.; CHAN, R.; KING, C.; NEVILLE-BARTON, P.; SNEDDON, J. (2005). «EAL undergraduates learning mathematics». *International Journal of Science in Mathematics Education*. N.º 7, pág. 721-729.
- [12] QUALITY ASSURANCE AGENCY FOR HIGHER EDUCATION (2006). *Code of Practice for the assurance of academic quality and standards in higher education*. United Kingdom [en línea]. QAA. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <<http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/codeofpractice/>>
- [13] MICHAEL, S.; BALRAJ, L. (2003). «Higher education institutional collaborations: an analysis of models of joint degree programs». *Journal of Higher Education Policy and Management*. Vol. 25, n.º 2, pág. 131-145.
- [14] SWEET, R. (1986). «Student Drop-out in Distance Education: An Application of Tinto's Model». *Distance Education*. N.º 7, pág. 201-213.
- [15] SIMONSON, MICHAEL; SMALDINO, SHARON; ALBRIGHT, MICHAEL; ZVACEK, SUSAN (2003). *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of distance education*. New Jersey: Merrill Prentice Hall. 2.ª ed.
- [16] MEYER, K. (2002). *Quality in distance education. Focus on On-line learning*. Hoboken: Jossey-Bass.
- [17] PETOCZ, P.; REID, A.; WOOD, L.; SMITH, G.; MATHER, G.; HARDING, A. ENGELBRECHT, J.; HOUSTON, K.; HILLEL, J.; PERRETT, G. (2007). «Undergraduate students' conceptions of Mathematics: An international study». *Inter-*

- national Journal of Science and Mathematics Education*. N.º 5, pág. 439-459.
- [18] OATES, G.; PATERSON, J.; REILLY, I.; STATHAM, M. (2005). «Effective tutorial programmes in tertiary mathematics». *International Journal of Science and Mathematics Education*. N.º 7, pág. 731-739.
- [19] BIRNBAUM, BARRY (2001). *Foundations and Practices in the Use of Distance Education*. Nueva York: Edwin Mellon Press.
- [20] DARADOUMIS, A.; FAULIN, J.; JUAN, A.; MARTINEZ, F.; RODRIGUEZ, I.; XHAFA, F. (en prensa). «CRM Applied to Higher Education: Developing an e-Monitoring System to Improve Relationships in e-Learning Environments». *International Journal of Services Technology and Management*.
- [21] NEWTON, R. (2003). «Staff attitudes to the development and delivery of e-learning». *New library world*. Vol. 104, n.º 1193, pág. 412-425.
- [22] PAJO, K.; WALLACE, C. (2001). «Barriers to uptake of web based technology by university teachers». *Journal of Distance Education*. Vol. 16, n.º 1, pág. 70-84.
- [23] YUSHAU, B. (2006). «Computer attitude, use, experience software familiarity and perceived pedagogical usefulness: the case of mathematics professors». *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. Vol. 2, n.º 3, pág. 1-17.
- [24] LAY, K.; PRATT, K.; GRANT, A. (2003). «State of the Art and Trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature» [artículo en línea]. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <www.otago.ac.nz/courses/distance_study/pdf/distance_lit_review.pdf>
- [25] HANNAFIN, M.; HILL, J.; SUSAN, M. (1997). «Student-Centered Learning and Interactive Multimedia: Status, Issues, and Implications». *Contemporary Education*. Vol. 8, n.º 2, pág. 94-97.
- [26] WALCZYK, J.; RAMSEY, L. (2003). «Use of Learner-Centered Instruction in College Science and Mathematics Classrooms». *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 40, n.º 6, pág. 566-584.
- [27] WALCZYK, J.; RAMSEY, L.; ZHA, P. (2007). «Obstacles to instructional innovation according to college science and mathematics faculty». *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 44, n.º 1, pág. 85-106.
- [28] SAKSHAUG, LYNÆ (2000). «Research on distance education: Implications for learning mathematics». *Focus on Learning Problems in Mathematics*. N.º 22, pág. 111-124.
- [29] HENDERSON, PETER (2005). «Mathematics in the Curricula» [artículo en línea]. *SIGCSE Bulletin*. Vol. 37, n.º 2. SIGCSE. [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2007]. <<http://delivery.acm.org/10.1145/1090000/1083449/p20-henderson.pdf?key1=1083449&key2=3041981711&coll=acm&CFID=15151515&CFTOKEN=6184618>>
- [30] CORCOLES, CÉSAR; HUERTAS, M.^a ANTONIA; JUAN, ÁNGEL A.; SERRAT, CARLES; STEEGMANN, CRISTINA (2006). «Math on-line education: state of the art, experiences and challenges». En: *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*. Comunicación. Zurich: European Mathematical Society Publishing House. Págs. 578-579.

Cita recomendada

STEEGMANN, C.; HUERTAS, M. A.; JUAN, A. A.; PRAT, M. (2008). «E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: oportunidades, retos, estado actual y tendencias» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 5, n.º 2. UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/steegmann_huertas_juan_prat.pdf>
ISSN 1698-580X



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>.

Sobre los autores

Cristina Steegmann

Profesora de Matemáticas en los Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación de la UOC
csteegmann@uoc.edu

Posee un máster de Sociedad de la información por la UOC y es licenciada en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente está desarrollando su tesis doctoral en el ámbito del *e-learning* de las matemáticas.

M. Antonia Huertas

Profesora de Matemáticas y Lógica en los Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación de la UOC
mhuertass@uoc.edu

Es doctora en Matemáticas por la Universidad de Barcelona y ha realizado distintos posgrados en la Universidad de Amsterdam. Sus áreas de interés incluyen la representación del conocimiento, el razonamiento lógico y el *e-learning* de las matemáticas.

Ángel A. Juan

Profesor de Estadística e Investigación Operativa en los Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación de la UOC
ajuanp@uoc.edu

Es doctor ingeniero industrial por la UNED, máster en Tecnologías de la Información por la UOC y licenciado en Matemáticas por la Universidad de Valencia. Sus áreas de interés incluyen la simulación discreta y el *e-learning* de las matemáticas.

Montserrat Prat

Profesora del Departamento de Didáctica de las Matemáticas de la Universidad Autónoma de Barcelona
mpratmo@uoc.edu

Es licenciada en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona y posee un máster de Didáctica de las matemáticas, especialidad en la que está desarrollando su tesis doctoral.

