

TESIS DOCTORAL

“E-Learning de las Matemáticas
Universitarias:
Tendencias tecnológicas emergentes
y
adaptación al
Espacio Europeo de Educación Superior”

Cristina Steegmann Pascual

Licenciada en Matemáticas (Universidad Autónoma de Barcelona)

Máster en Sociedad de la Información y el Conocimiento (UOC)

Directores:

Dra. Da. M^a Antonia Huertas Sánchez Dr. D. Ángel Alejandro Juan Pérez

(Universitat Oberta de Catalunya)

(Universitat Oberta de Catalunya)

Barcelona, diciembre 2011

RESUMEN

El presente trabajo analiza diferentes aspectos clave de la formación matemática online en el ámbito universitario. En el contexto de esta memoria, se entenderá el término ‘formación matemática’ en un sentido general, que incluye disciplinas tales como la matemática aplicada, la estadística, la investigación operativa, etc. El uso de metodologías basadas en Internet para ofrecer formación universitaria en matemáticas es un fenómeno en plena expansión al que cada vez se van sumando más universidades en todo el mundo. El tipo de contenidos y objetivos de aprendizaje propios de estas disciplinas hacen de la formación matemática universitaria un campo de estudio particular, más aún cuando esta formación se hace utilizando una metodología basada en el uso de Internet y software especializado. Si bien existen muchos estudios relacionados, por un lado, con la formación matemática en secundaria y, por otro, con la formación online o *e-learning*, esta es una de las primeras tesis doctorales que aborda la temática del *Mathematical E-Learning* (MEL) en educación superior. Así, la misión última del presente trabajo es analizar cuáles son las tendencias metodológicas y tecnológicas que se están usando en la actualidad en MEL, discutir cómo ha evolucionado en España la práctica del MEL durante el proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y examinar buenas prácticas en MEL a nivel internacional que puedan ser de utilidad para académicos e investigadores del ámbito.

La memoria se divide en cuatro bloques, cada uno de ellos compuesto por sus correspondientes capítulos. El primer bloque describe el marco contextual de la investigación, y contiene dos capítulos. El primer capítulo, de carácter introductorio, explica la motivación del estudio, los objetivos, la metodología de trabajo, y la estructura detallada de la memoria. El segundo capítulo trata sobre el EEES, analizando su filosofía, los instrumentos principales que lo forman, la estructura de las titulaciones, y el sistema europeo de evaluación y acreditación de las enseñanzas.

El segundo de los bloques es el que contiene el núcleo de la tesis, y está formado por siete capítulos. El capítulo tercero revisa la literatura existente sobre MEL. En el capítulo cuarto se discuten los beneficios, retos, y tendencias futuras del MEL. En el capítulo quinto se analizan las características propias de la metodología docente empleada en cursos online de matemáticas. En dicho capítulo, se analiza también el caso concreto de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC). El capítulo seis presenta el Proyecto *e-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al EEES*. Dicho proyecto fue financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, y en él se compara la situación del MEL previa a la implantación del EEES (año 2008), con su situación tras la implementación del EEES (año 2011). En el séptimo capítulo se analiza con detalle la metodología empleada durante el desarrollo del Proyecto MEL. El octavo capítulo contiene un estudio cuantitativo de los resultados obtenidos en el 2008, de los resultados obtenidos en el 2011, y de la comparativa entre ambos años. El último capítulo de este bloque incluye una

serie de buenas prácticas sobre MEL identificadas en la literatura internacional, así como un conjunto de recomendaciones a tener en cuenta durante el diseño y desarrollo de cursos MEL.

El tercer bloque de la tesis contiene el décimo capítulo, que incluye la recopilación y resumen de las publicaciones (artículos, libros, y capítulos de libros) que se han derivado del desarrollo de la presente tesis. Este bloque contiene también un capítulo onceavo en el que se discuten los límites del presente trabajo, se presentan las futuras líneas de investigación abiertas, y se ofrecen las conclusiones finales de esta investigación.

Finaliza la memoria con un cuarto bloque en donde se recopila toda la bibliografía así como una serie de anexos formados por las publicaciones, presentaciones, y relación de proyectos derivados del estudio.

PALABRAS CLAVE

Educación matemática, educación universitaria, e-learning, análisis de datos en educación, Espacio Europeo de Educación Superior, software matemático, Tecnologías de la Información y la Comunicación.

TITLE: Mathematical e-learning university: Emerging technology trends and adaptation to the European Space of Higher Education.

ABSTRACT

This paper analyzes several key aspects of online mathematics education at university level. In the context of this specification shall mean the term 'mathematical education' in a general sense, which includes disciplines such as applied mathematics, statistics, operations research, etc... The use of Internet-based methodologies to provide university education in mathematics is a rapidly growing phenomenon that increasingly are adding more universities around the world. The type of content and learning objectives specific to these disciplines make the university mathematics education a particular field of study, especially when the training is done using a methodology based on the use of Internet and specialized software. While there are many related studies, on the one hand, with secondary mathematics education and, secondly, with online training or e-learning, this is one of the first doctoral thesis addresses the issue of Mathematical E-Learning (MEL) in higher education. Thus, the ultimate mission of this paper is to analyze what are the methodological and technological trends that are being used today in MEL, discuss how it has evolved in practice MEL Spain during the adaptation process to the European Space of Higher Education (ESHE) and MEL examining good practices worldwide that may be useful for academics and researchers in the field.

The memory is divided into four blocks, each composed of different chapters. The first block describes the contextual framework of the research, and contains two chapters. The first chapter, an introduction, explains the motivation of the study, objectives, methodology of work, and the detailed structure of memory. The second chapter discusses the ESHE, analyzing their philosophy, the main instruments that form the structure of degrees, and the European system of evaluation and accreditation of the teachings.

The second block is the one containing the core of the thesis, and consists of seven chapters. The third chapter reviews the literature on MEL. In the fourth chapter discusses the benefits, challenges and future trends in the MEL. In the fifth chapter discusses the characteristics of the teaching methodology used in online courses in mathematics. In this chapter, it also examines the specific case of the Open University of Catalunya (UOC). Chapter six presents the e-Learning Project of Mathematics in Spanish Universities: emerging technology trends and adaptation to the ESHE. This project was funded by the Ministry of Education and Science, and he compares the situation of preimplantation MEL ESHE (2008), with their situation after the implementation of the ESHE (2011). In the seventh chapter discusses in detail the methodology used in developing the project MEL. The eighth chapter contains a quantitative study of the results obtained in 2008, the result obtained in 2011, and the comparison between both years. The last chapter of this block includes a number of good practices identified in the MEL international literature, and a set of recommendations to be considered during the design and development of courses MEL.

The third section of the thesis contains the tenth chapter, which includes the compilation and summary of publications (articles, books and book chapters) that have been involved in the development of this thesis. This block also contains a chapter eleven which discuss the scope of this paper, we present future research lines, and provides the final conclusions of this research.

Finish the fourth memory block which collects all the literature and a series of appendices consist of publications, presentations and list of projects derived from the study.

KEY WORDS

Mathematics education, college education, e-learning, data analysis in education, European Space of Higher Education, mathematical software, Information Technologies and Communication.

Dedico este trabajo a todas aquellas personas que,
de una u otra forma,
me han tendido su mano
para que esta investigación saliera a la luz
y, en particular, a ti...
que tanto y en tanto me has ayudado...
tú ya sabes quién eres.

Cristina Steegmann Pascual

Barcelona, diciembre 2011

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo considero que no sería justo pasar a presentarlo sin mencionar, previamente, las personas que han contribuido a que éste llegara a buen final.

Empezando por el Dr. Ángel Alejandro Juan Pérez y la Dra. M^aAntonia Huertas Sánchez, directores de la investigación, los cuales no sólo me han prestado su soporte científico, de experiencia, de revisión exhaustiva y de recursos –inmensos todos ellos– sino también su soporte personal incondicional, de ánimos y amistad, que en tantos momentos han sido, incluso, más importantes que los primeros. Gracias, M^aAntonia y Ángel, por haber compartido conmigo largas tertulias de cafés e innumerables mensajes y transmitirme con ellos, desde el principio, grandes dosis de conocimientos así como de estímulo y confianza en mí.

Especial mención merecen las doctoras Alejandra Pérez Bonilla y Montserrat Prat Moratonas así como la investigadora Lourdes Meler Corretjé, cómplices con Ángel y M^aAntonia en esta experiencia, que me han facilitado enormemente la tarea de recogida de datos, poniendo a mi disposición todos los medios viables tanto para la validación de los cuestionarios como para la recogida de las respuestas. Alejandra, Montse y Lourdes, muchas gracias por vuestra ayuda y vuestras aportaciones.

Igualmente deseo expresar mi gratitud a las instituciones por permitirme llevar a cabo el trabajo de campo: a la universidades españolas, en general, y a la Universitat Oberta de Catalunya, en particular.

No puedo dejar de mostrar un gran reconocimiento a los “protagonistas en singular” de esta investigación: los 1931 profesores que respondieron los cuestionarios en el año 2008 y los 969 que hicieron lo propio en el año 2011 y que se han tomado muy seriamente el trabajo solicitado. A todos ellos, muchas gracias por su paciencia y colaboración.

Finalmente quisiera agradecer a familiares, amigos y compañeros de trabajo (que en estos últimos días han llegado a ser “mucho más que eso”) su contribución a este trabajo comprendiéndome en aquellos momentos en que pudiera parecer que los he ignorado y por soportar los humores imprevisibles que la acumulación de trabajo, en ocasiones, me ha producido. Y, por último, agradecer a mi hijo, Santi, su estímulo moral que ha hecho que el cierre de este trabajo se pudiera realizar con una buena dosis de optimismo, buen humor e ilusiones para el futuro.

A todos, muchas gracias.

Índice General

Parte I: Introducción

Cap. 1: Introducción

1. Introducción.....	1
2. Motivación	3
3. Preguntas de investigación y objetivos generales del estudio.....	5
4. Metodología de trabajo.....	6
4.1 Descripción y justificación de la metodología elegida	6
4.2 Instrumentos de recogida de datos	6
4.3 Criterios para la selección de las fuentes de datos	7
5. Estructura general de la memoria	7
Referencias	8

Cap. 2: El Espacio Europeo de Educación Superior

1. Introducción.....	11
2. <i>Filosofía</i> del EEES	12
3. Instrumentos para la convergencia europea de las enseñanzas.....	17
3.1. Sistema de créditos europeos (ECTS).....	17
3.2. Estructura esencial de titulaciones adaptable y consensuada	21
3.3. Suplemento al título (<i>Diploma supplement</i>)	27
3.4. Sistema europeo de evaluación y acreditación de enseñanzas	28
3.5. Proyecto <i>tuning</i>	31
4. Más información y recursos web	36
Referencias	37

Parte II: Desarrollo

Cap. 3: E-learning de las matemáticas: estado del arte

1. Introducción.....	39
2. Una nueva era para la enseñanza de las matemáticas en Europa	40
3. Revisión de la literatura sobre el e-learning de las matemáticas.....	42
Referencias.....	55

Cap. 4: Beneficios, retos y tendencias futuras en e-learning de las matemáticas

1. Formación online y e-learning de las matemáticas.....	63
2. Oportunidades que ofrece el e-learning de las matemáticas.....	65
3. Retos asociados al e-learning de las matemáticas.....	67
4. Tecnologías y proyectos relacionados con el e-learning de las matemáticas.....	70
5. Universidades pioneras que ofrecen e-learning y e-learning de las matemáticas.....	73
6. Tendencias futuras del e-learning y del e-learning de las matemáticas.....	75
Referencias.....	76

Cap. 5: Características de la metodología en Mathematical E-Learning (MEL)

1. Aspectos metodológicos y tendencias.....	79
2. El caso de la UOC.....	82
2.1 Contexto de la UOC.....	82
2.2 Características generales de todos los cursos.....	84
2.3 Experiencia de los estudios de informática y multimedia.....	84
2.4 Evolución histórica del e-learning de las matemáticas.....	92
2.5 Lecciones aprendidas desde la experiencia.....	97
Referencias.....	99

Cap. 6: El proyecto MEL: Mathematical E-Learning

1. Introducción.....	101
2. Antecedentes y objetivos generales.....	102
3. Realización del proyecto.....	105
3.1. Estrategia y metodología de trabajo.....	105
3.2. Calendario de ejecución.....	107
4. Recogida de datos.....	108
4.1. Nivel I.....	108
4.2. Nivel II.....	108
4.3. Nivel III.....	109
4.4. Calendario.....	110
5. Análisis y resultados.....	111
5.1. Resultados del análisis cuantitativo.....	111
5.2. Resultados del análisis cualitativo.....	113
6. Beneficios y difusión.....	115
6.1. Beneficios del proyecto.....	115
6.2. Difusión del proyecto.....	116
6.3. Web.....	122

7. Conclusiones del proyecto.....	122
Referencias.....	126

Cap. 7: Diseño del experimento-encuesta del proyecto MEL: variables, cuestionario y muestra

1. Introducción	129
2. Variables implicadas en este estudio	130
3. Población y selección de las muestras.....	133
3.1 Tipos de muestreo.....	133
3.2 Participantes en el cuestionario	140
4. Técnicas/Instrumento de recogida de datos: El cuestionario	142
4.1 Definición de conceptos: cuestionario y encuesta	142
4.2 ¿Por qué se utiliza una encuesta?	143
4.3 Etapas en la preparación de la encuesta.....	144
4.4 Las escalas de actitudes	148
4.5 Validez y fiabilidad de la encuesta	152
4.6 Pilotaje o pretest de la encuesta	153
4.7 Análisis de los componentes de la encuesta	157
4.8 Modos de administración de la encuesta.....	157
5. El proceso de triangulación	162
Referencias.....	163

Cap. 8: Resultados del experimento-encuesta del proyecto MEL y análisis de datos

1. Introducción.....	165
2. Resultados de la edición del 2008	165
3. Resultados de la edición del 2011	190
4. Comparativa de resultados entre ambas ediciones.....	213
4.1 Estadística descriptiva.....	213
4.2 Estadística avanzada: Test de hipótesis.....	231
5. Cumplimiento de las preguntas de la investigación.....	248
Referencias.....	252

Cap. 9: Buenas prácticas en MEL

1. Introducción.....	255
2. Tres importantes buenas prácticas	255
3. Cuarta buena práctica: Las matemáticas en el EEES	259
4. Aportaciones a la presencia matemática en los estudios de Grado en el marco del EEES.....	261

3.1. Consideraciones generales.....	261
3.2. Troncalidad común básica matemática.....	263
3.3. Parte matemática adicional.....	266
5. Más buenas práctica: E-Learning de las matemáticas	266
Referencias.....	270

Parte III: Principales publicaciones de la tesis y conclusiones finales

Cap. 10: Principales publicaciones de la tesis

1. Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view.....	271
2. E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías	272
3. Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia	273
4. Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies.....	274
5. Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia	275

Cap. 11: Conclusiones y futuras líneas de la investigación

1. Introducción.....	277
2. Conclusiones derivadas del trabajo realizado.....	278
2.1. Conclusiones de carácter nacional, derivadas de las encuestas realizadas durante el Proyecto Mathematical E-Learning	278
2.2. Conclusiones de carácter global, obtenidas a partir del análisis de la literatura existente, de las experiencias propias, y de los estudios desarrollados y publicados durante la tesis.	284
3. Líneas futuras de la investigación.....	286

Parte IV: Anexos

Cap. 12: Referencias

Referencias.....	289
------------------	-----

Cap. 13: Anexos

1. Cuestionarios.....	303
-----------------------	-----

2. Artículos en revistas especializadas	308
3. Libros de investigación y capítulos.....	308
4. Ponencias en conferencias especializadas	309
5. Otras ponencias en conferencias internacionales	309
6. Talleres y Seminarios nacionales.....	309
7. Proyectos.....	310
8. Publicaciones derivadas de la tesis y PPT	310

Texto principal

Parte I: Marco Contextual de la Investigación

Introducción

“Leer un libro enseña más que hablar con su autor, porque el autor en el libro sólo ha puesto sus mejores pensamientos” (René Descartes)

1. Introducción

La tesis que en esta memoria presentamos se centra en la formación matemática online dentro del ámbito universitario, entendiendo formación matemática en un sentido amplio que incluye la estadística, la investigación operativa y otras áreas afines. En concreto, se pretende dar respuesta a una serie de problemáticas actuales, intrínsecamente vinculadas entre sí y referentes todas ellas al *Mathematical E-Learning (MEL)*: ¿cuáles son las influencias de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel universitario?, ¿cómo se desarrolla la actividad docente en distintas universidades que ofrecen formación en asignaturas de carácter matemático?, ¿cómo se está integrando la formación online en las universidades de corte tradicionalmente presencial?, ¿qué tecnologías de la información y en red se están usando e imponiendo y por qué?, ¿cuáles son las tendencias futuras?, ¿qué cambios metodológicos provoca en el sistema tradicional el uso de las tecnologías de la información y el *software* matemático?, ¿qué deben aportar las asignaturas de matemáticas a la formación de los nuevos titulados universitarios?, ¿qué pasos son necesarios para adaptar la actividad académica y docente en enseñanza de matemáticas a la declaración de Bolonia?

La proliferación de los ordenadores personales, la continua evolución de la informática (*hardware* y *software*) y el fenómeno Internet han promovido en los últimos años una serie de transformaciones que están ayudando a redefinir el panorama de la enseñanza universitaria en todas las áreas de conocimiento y, en particular, en el área de las matemáticas y la estadística.

A nivel mundial, son numerosos los grupos de docentes que han enfatizado el uso de las TIC como una importante vía para mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas (*Conference Board of the Mathematical Sciences* (<http://www.cbmsweb.org/>), *Mathematical Association of America* (<http://www.maa.org/>), *Mathematical Sciences Education Board* (<http://www7.nationalacademies.org/MSEB/>), *National Council of Teachers of Mathematics*

(<http://www.nctm.org/>), etc.) y, tal como argumentan algunos autores (**Kersaint, 2003; Chao, 2003**), el uso de estas tecnologías es una pieza clave en el futuro de la enseñanza de las matemáticas.

En el ámbito de las universidades, es manifiestamente creciente el interés que muestran los departamentos de matemáticas y estadística por incorporar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza de las asignaturas que se imparten en distintas titulaciones (**González et al., 2006; Gras y Cano, 2005**). El auge de las TIC en general, y de Internet en particular, ha traído consigo la aparición de numerosos espacios virtuales de aprendizaje de las matemáticas que, en muchos casos, refuerzan o complementan los métodos de enseñanza basados en la presencialidad. A la aparición de estos espacios virtuales, cabe añadir un uso, cada vez más intensivo e integrado en el currículum de las asignaturas, de *software* estadístico-matemático que fomenta los aspectos creativos del estudiante (posibilitando que éste sea capaz de experimentar y trabajar con conceptos y técnicas avanzadas), y resalta la vertiente aplicada de las matemáticas y la estadística al modelado y resolución de problemas propios de otros ámbitos de conocimiento (**Huertas et al., 2006**). Con todo, existe bastante desconocimiento, por parte de los docentes de cada universidad, sobre cómo se está desarrollando la actividad docente en matemáticas en el resto de la comunidad universitaria. En especial, hay bastante desconocimiento sobre el estado de innovación tecnológica en la formación que ofrece cada universidad y sus perspectivas de evolución en el transcurso de los próximos años.

Por otro lado, conviene no olvidar el otro gran factor que también está participando de forma decisiva en el proceso de transformación que está sufriendo la docencia matemática universitaria: a día de hoy, las universidades se encuentran en un momento de cambio importante propiciado por la consecución de un marco cultural europeo que impone la necesidad de mantener y reforzar una serie de valores sociales y éticos, por la progresiva adaptación a los cambios tecnológicos y socioeconómicos más recientes y, principalmente, por la convergencia hacia un sistema universitario europeo integrado. Como algunos autores destacan (**Mas-Colell, 2003**), la principal filosofía que hay detrás de la configuración de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) es la equiparación de estudios entre distintos países europeos, lo que potenciará la movilidad tanto del alumnado como del profesorado por las diferentes universidades europeas y será de gran ayuda para lo que él mismo denomina como “aprendizaje mutuo”. De este modo, la construcción de este EEES supone un gran reto, el de readaptar antiguas estructuras (especialmente tradicionales en el ámbito de la enseñanza matemática) 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. Es muy probable que el nuevo esquema definido por el EEES implique cambios significativos en los currículums formativos. En algunas universidades ya empieza a observarse un esfuerzo entre los distintos departamentos de matemáticas para compartir experiencias y unificar criterios de convergencia al EEES. Resulta pues bastante obvio que existe una necesidad por estudiar cómo se deben adaptar las asignaturas a esta nueva realidad.

2. Motivación

La combinación de los siguientes aspectos es lo que fundamenta esta investigación:

1. **Presencia transversal de las matemáticas en múltiples titulaciones:** Lejos de ser un grupo demasiado específico de asignaturas, las matemáticas universitarias forman un grupo de gran importancia tanto por el número de estudiantes y profesorado que la cursan o imparten, como por su valor como fundamento en la mayoría de los estudios científicos, técnicos y sociales.
2. **Interés generalizado por integrar las TIC en la formación matemática universitaria:** El desarrollo informático y, en general, el de las tecnologías de la información y la comunicación, ha posibilitado nuevas formas de ofrecer formación matemática a los estudiantes universitarios y está dotando a sus profesores de instrumentos formativos que no cesan de evolucionar: *intranets* docentes, plataformas de aprendizaje colaborativo, *software* matemático-estadístico, recursos didácticos en Internet, etc. Estas tecnologías se están utilizando y cambiando radicalmente la forma como se ha enseñado matemáticas, cada vez con mayor intensidad, tanto en las universidades puramente virtuales como en aquellas tradicionalmente basadas en una formación presencial.
3. **Necesidad de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES):** El EEES supone una excelente oportunidad para unificar criterios académicos y facilitar la homologación de las titulaciones universitarias en el viejo continente, pero a la vez significa un nuevo reto para la mayor parte de las universidades europeas, que deberán adaptar en un breve período de tiempo su actividad docente a las nuevas directrices basadas en los principios de calidad, movilidad, diversidad y competitividad (criterio de empleabilidad). El área matemático-estadística no es ajena a este desafío y, de hecho, esta área está llamada, por sus características intrínsecas, a jugar un papel fundamental en el desarrollo de muchas de las competencias genéricas que deberán adquirir los futuros estudiantes europeos: capacidades metodológicas (organizar estrategias, resolver problemas o tomar decisiones), destrezas tecnológicas (gestión de la información, tecnologías informáticas, etc.), capacidad de crítica, habilidades en relación a los sistemas, capacidad de visión global y multidimensional de la realidad, habilidades de análisis de realidades complejas y difusas, capacidad de visión de las partes englobadas en un todo y de sus relaciones, etc. Por tanto, en el ámbito de la formación universitaria matemática, resultará necesario analizar y replantear metodologías docentes, adaptar contenidos académicos a cada titulación y ahondar en la integración de las tecnologías de la información en el proceso formativo.

4. **Necesidad por conocer mejor cómo se está desarrollando la actividad académica en las distintas universidades y por compartir experiencias exitosas:** Si bien hay numerosos estudios que versan sobre la formación matemática a nivel de educación primaria y de educación secundaria, son escasos los estudios centrados en formación universitaria de las matemáticas y, todavía más escasos, los estudios de calidad dedicados a la formación universitaria online de las matemáticas, sus problemáticas particulares y sus retos de futuro.

La (Figura 1.1) muestra los aspectos fundamentales motivadores, anteriormente citados, para el desarrollo de la investigación.

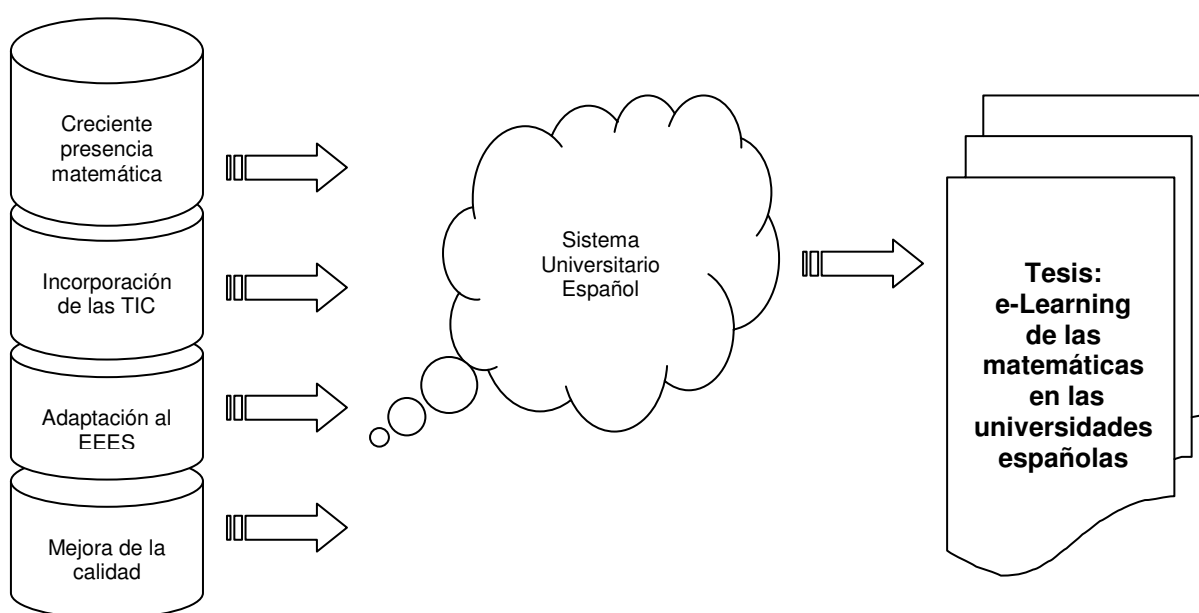


Figura 1.1: Aspectos fundamentales motivadores de la tesis

En este nuevo contexto de la formación matemática universitaria, caracterizado por (a) la creciente presencia transversal de las matemáticas en múltiples titulaciones, (b) la incorporación de tecnologías a la actividad docente matemática, (c) las directrices de convergencia al EEES y (d) la existencia de un interés generalizado por mejorar la calidad de la formación matemática universitaria, resulta oportuno y necesario la investigación de la situación actual y la formulación de una nueva visión de la interacción entre estudiantes, profesores y tecnologías, y gestionar de forma óptima el conocimiento, incentivando el intercambio de información, proyectos, experiencias, estrategias y recursos entre los departamentos de matemáticas y estadística de las distintas universidades mencionadas. Tanto las universidades puramente virtuales como otras presenciales que están integrando elementos de formación online en su actividad docente pueden estar muy interesadas en conocer otras experiencias destacables sobre *Mathematical E-Learning* (ya sean del ámbito español o no), en valorarlas y en aprender de ellas.

3. Objetivos generales del estudio

Teniendo en cuenta lo expuesto en los apartados anteriores, los objetivos que se plantean en esta investigación (todos ellos referidos al estado actual y tendencias emergentes del e-learning de las matemáticas en el contexto de las universidades), son los siguientes:

- a) Conocer el estado del arte en MEL
- b) Discutir los beneficios, retos y tendencias futuras del MEL
- c) Analizar las características propias de las metodologías que se usan para MEL
- d) Estudiar los cambios producidos en MEL antes y después de la implantación del EEES
- f) Extraer buenas prácticas sobre cómo desarrollar de forma eficiente la enseñanza online de las matemáticas.

4. Metodología de trabajo

4.1. Descripción y justificación de la metodología elegida

Teniendo en cuenta las características específicas del estudio, se considera adecuado optar por la metodología cuantitativa (con el análisis estadístico de cuestionarios) entre otras razones porque se sitúa en un estudio evaluativo y descriptivo (Babbie, 1990; Tejedor, 2000; Creswell, 2002) a través del cual se intentará ofrecer amplia y valiosa información sobre una cuestión de importancia educativa. El método de investigación elegido contempla:

- 1) Investigación preliminar, sobre prácticas existentes y recursos utilizados por las diferentes universidades españolas y del resto del mundo.
- 2) Búsqueda de la población representativa del profesorado.
- 3) Elaboración, validación y aplicación del cuestionario a una muestra reducida de profesores (sondeo).
- 4) Cálculo de la fiabilidad del cuestionario definitivo mediante el cálculo del Alfa de Cronbach.
- 5) Análisis descriptivo de las respuestas al cuestionario en la edición 2008 y en la 2011 utilizando el programa estadístico Minitab.
- 6) Análisis comparativo de los datos en las dos ediciones.
- 7) Análisis y discusión de los resultados obtenidos.
- 8) Formulación de recomendaciones y aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar cursos de formación online universitarios en el ámbito de las matemáticas.
- 9) Extracción de conclusiones e implicaciones de la investigación.

4.2. Instrumentos de recogida de datos

Los datos recogidos, que son cuantitativos, están asociados a los siguientes aspectos: EEES, *software* matemático/estadístico, entornos online y recursos de Internet y multimedia complementarios a la formación presencial, integración TIC en evaluación y material o recursos docentes en inglés.

El instrumento de recogida de los datos utilizado es un cuestionario, que se pasó a todos los profesores activos de matemáticas, en dos ediciones, en el año 2008 y en el 2011, y con predisposición a colaborar en el proyecto, de las universidades españolas.

4.3. Criterios para la selección de las fuentes de datos

Resulta evidente que dar respuesta a las necesidades anteriormente formuladas puede ser un proceso tan importante y urgente como nada trivial, por lo que resultó clave el proceso de documentación y obtención de datos relevantes que podrían ser analizados durante el desarrollo de la investigación. Por este motivo, se propusieron diversas fuentes de información que a continuación se relacionan:

1. Referencias bibliográficas iniciales
2. Profesores de matemáticas pertenecientes a las diferentes universidades españolas
3. Bases de datos especializadas: *MathDi*, *Math-Net*, *MathSciNet*, *CSIC-ICYT*, *Elsevier*, *Zentralblatt MATH*, *ISI Proceedings*, etc.
4. Revistas: *International Journal of Mathematical Education in Science and Engineering*, *Educational Studies in Mathematics*, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *Journal of Mathematics Teacher Education*, etc
5. Otros recursos de la *World Wide Web* como páginas web de las instituciones.

5. Estructura general de la memoria

La presente tesis está formada por cinco partes. La primera, el marco contextual de la investigación, está constituida, a su vez, por dos capítulos: Introducción, en donde se explica la motivación del estudio, los objetivos, la metodología de trabajo y la estructura general de la memoria y el EEES, en el que se analiza el EEES empezando por la *filosofía* que hay detrás de éste, los instrumentos principales que lo forman, la estructura de las titulaciones y el sistema europeo de evaluación y acreditación de las enseñanzas.

En la segunda parte, el desarrollo propiamente de la tesis, se investiga el estado de la cuestión en lo referente al e-learning de las matemáticas: se revisa la literatura existente sobre este tema emergente, se citan algunos de los beneficios, retos y tendencias futuras así como las características de la metodología en cursos online de matemáticas. Asimismo se analiza el caso de la UOC como experiencia de implantación del e-learning de las matemáticas con la evolución histórica de los estudios y las lecciones aprendidas desde la experiencia. A continuación se muestran tres capítulos más. En el primero de éstos se presenta el proyecto MEL: el tema y objetivos generales de éste (observando que se trata de un eje central de la tesis para poder realizar, posteriormente, la comparativa de resultados) y su relación con el EEES y el e-learning de las matemáticas. Asimismo se explica cómo se realizó el proyecto, cómo se recogieron los datos de la encuesta y el calendario llevado a cabo, haciendo énfasis en las dos ediciones: 2008 y 2011.

En el segundo capítulo se analiza la metodología seguida en el proyecto MEL: las variables implicadas en el estudio, la población, adentrándose en la teoría de muestreo, el instrumento de recogida de datos (la encuesta), así como todo el proceso de elaboración de la encuesta. Y en el tercer capítulo se realiza un estudio de: (a) los resultados CUANTITATIVOS de la edición 2008, (b) los resultados CUANTITATIVOS de la edición del 2011 y (c) comparativa entre ambos resultados. El último capítulo de esta parte incluye una serie de buenas prácticas y aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar cursos de formación online universitarios en el ámbito de las matemáticas

La tercera parte de la tesis contiene una serie de publicaciones (artículos, libros y capítulos de libros) derivadas de la investigación y en la cuarta parte se presenta una discusión sobre los límites del presente trabajo y las futuras líneas de la investigación que abre, así como las conclusiones finales del mismo.

Finaliza la memoria con una serie de anexos formados por las publicaciones, conferencias y proyectos derivados del estudio que, sin formar parte del núcleo central de la investigación, resultan interesantes para completar la memoria y profundizar en el estudio.

Referencias

- Babbie, E. (1990): *Survey research methods*. Belmont: Wadsworth
- Creswell, J. (2002): *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Ohio. Merrill Prentice Hall
- Chao, J. (2003): "Effective Math *On-line* Learning (EMOL)". In Proceedings of *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*, 1, 3061 – 3064
- González, J., Cobo, E., Martí, M., Muñoz, P. (2006): "Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para la formación universitaria". En *Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_gonzalez_cobo_marti_munoz.htm
- Gras, A., Cano, M. (2005): "Debates y tutorías como herramientas de aprendizaje para alumnos de ciencias: análisis de la integración curricular de recursos del campus virtual". En *Enseñanza de las ciencias*, 23:2, 167 – 180
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Terradez, M. (2006): "Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas: la experiencia de los estudios de informática y multimedia de la UOC.". En *Teoría de la Educación: Educación y cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_juan_huertas_steezman_terra_dez.htm

- Kersaint, G. (2003): "Technology beliefs and practices of Mathematics Education Faculty". In *Journal of Technology and Teacher Education*, 11:4, 549 – 577
- Mas-Colell, A. (2003): "The European Space of Higher Education: Incentive and Governance Issues". En *Rivista di Politica Economica*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010]
Disponible en: <http://www.tau.ac.il/~razin/Mas-Colell.pdf>
- Tejedor, F. J. (2000): "El diseño y los diseños en la evaluación de programas". En *Revista Investigación Educativa*, 18, 319 – 339

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)

“The vitality and efficiency of any civilization can be measured by the appeal that its culture has for other countries. We need to ensure that the European higher education system acquires a world-wide degree of attraction equal to our extraordinary cultural and scientific traditions ” (Bologna Declaration, 1999).

1. Introducción

El **Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)** (www.eees.es/) es un proyecto, impulsado por la Unión Europea, para armonizar los sistemas universitarios europeos de manera que todos ellos tengan una estructura homogénea de títulos de grado y postgrado, una misma valoración de la carga lectiva de los estudios, cursos, asignaturas, calificaciones y una estructura de titulaciones y formación continua fácilmente entendible por todos los estados miembros.

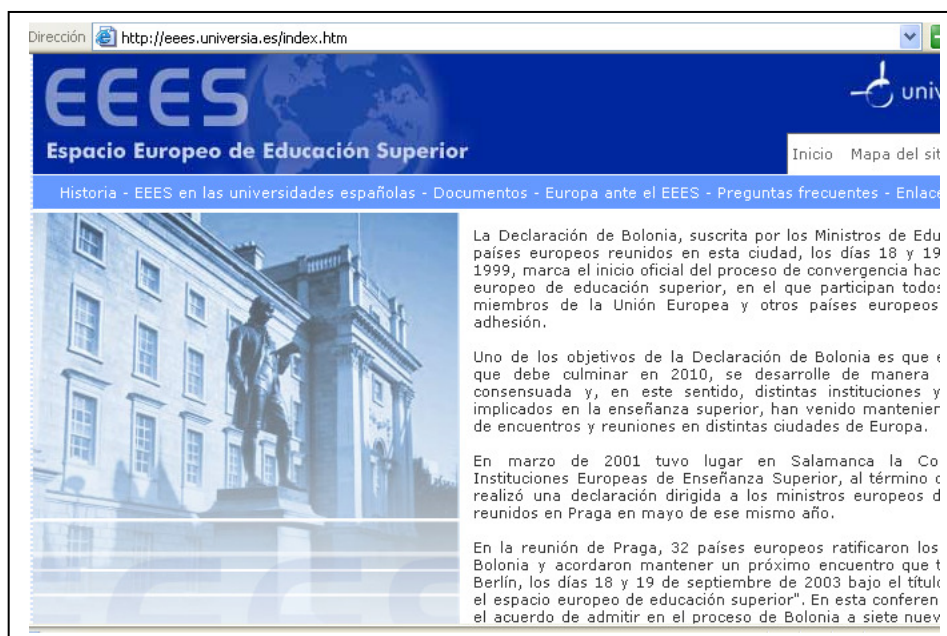


Figura 2.1: Página web del portal Universia sobre el EEES

La universidad tiene ante sí un reto muy importante como es el de adaptarse a la nueva cultura de docencia y aprendizaje llamado “Espacio Europeo de Educación Superior”. Esta

propuesta de cambio en la educación superior persigue, como se discutirá en este capítulo, objetivos muy interesantes para los profesores, los alumnos y para la sociedad en general (**Mas Colell, 2003**).

2. Filosofía del Espacio Europeo de Educación

Según se expresa en el portal web de la **Universidad de Navarra (UNAV)** sobre el EEES (<http://www.unav.es/profesores/espacioeuropeo/>), lo más valioso del EEES es la propuesta que se hace al profesorado de enseñar de forma diferente a como se ha estado haciendo desde la creación de las universidades. Y, en consecuencia, que se oferte a los estudiantes otras formas de aprender distintas a las clásicas de recoger y memorizar los apuntes, que era la única forma de enseñar cuando el profesor “dictaba” la lección.

Enseñar de forma diferente en el EEES implica, como mínimo, según **León y Leal (2006)**, lo siguiente:

- Que los planes de estudios se planifiquen teniendo como referencia un perfil profesional y especifiquen las competencias profesionales que habrán de adquirir los estudiantes (qué deben saber y saber hacer). La inmensa mayoría de los títulos tradicionales carecen de ese referente.
- Que los objetivos de la enseñanza de cada asignatura se refieran a la adquisición por parte de los estudiantes de competencias académicas y profesionales, y no solamente al dominio del temario como ha ocurrido tradicionalmente. Esto significa que el profesorado debe poner el temario “al servicio de” las competencias que deben ser adquiridas; ya que dominar un temario no garantiza por sí solo la ejecución adecuada de actos profesionales.
- Que la metodología de enseñanza que se proponga en las asignaturas esté diseñada para facilitar el aprendizaje de los estudiantes y capacitarles para que ellos mismos puedan desarrollar de forma progresivamente autónoma las competencias que se enseñan. El método usual de enseñanza, basado en la transmisión de conocimientos, debe ceder terreno y coexistir, dentro de la misma asignatura, con otros métodos que den protagonismo al alumno y posibiliten el aprendizaje independiente del estudiante respecto al profesor.
- Que los profesores oferten a los estudiantes otros escenarios de enseñanza-aprendizaje diferentes del aula –online o presencial- ya que la adquisición de competencias profesionales está ligada en gran medida a los escenarios donde se ejerce la profesión, ya sean éstos académicos (centros de investigación, plataformas virtuales, centros de estudios, etc.) o laborales (empresas, centros de trabajo, organizaciones, etc.).
- Que se modifique la forma de evaluar el aprendizaje, ya que si lo que se enseña son competencias académicas y profesionales no es coherente que se evalúen solamente los conocimientos. Será necesario, por tanto, que los profesores, además de los tradicionales exámenes de papel y lápiz, con el fin de dar un juicio de valor sobre si los alumnos saben,

conocen, etc., diseñen estrategias con el objetivo de poder determinar si los alumnos realizan acciones académicas y profesionales de forma adecuada para poder certificar que han adquirido las competencias previstas en las asignaturas que imparten.

Todas estas previsiones del EEES implican un cambio cultural muy importante en la universidad que requiere tiempo y grandes esfuerzos en la coordinación de la docencia. La idea principal es valorar más la formación universitaria y la disponibilidad para utilizar los conocimientos que el propio dominio de la información. Estos objetivos, como comenta **Mas Colell (2003)**, quieren ser la respuesta del sistema educativo de educación superior a dos grandes fuerzas: la necesidad de adaptarse a un mundo global y a la sociedad del conocimiento. Se trata, argumenta **Díaz (2005)**, en resumidas cuentas, de “enseñar a aprender” para que el alumno tenga como fin primordial en la universidad “aprender a aprender”, concibiendo esta etapa educativa como una más del “aprendizaje a lo largo de toda la vida”.

Según se dice en el libro blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática¹ y en el libro blanco del Título de Grado de Ingeniería en Geomática y Topografía, este nuevo EEES aporta una serie de aspectos positivos y responsabilidades a cada uno de los componentes del sistema educativo:

- La universidad adquiere autonomía, responsabilidad y mayores perspectivas de cooperación. Además proporciona acuerdos sobre los programas de estudios de los estudiantes y se erige como garantía de la calidad, estructura y contenido de los planes de estudios e impulsora de la movilidad de los estudiantes (**González-López, 2006**).
- Los profesores, por su parte, gozan de mayor autonomía y diversidad y facilitan los acuerdos sobre los programas de estudios y las decisiones en materia de reconocimiento académico. Además actúan como promotores en consideraciones sobre los contenidos, los métodos pedagógicos y la calidad, los resultados de los estudiantes y el volumen de trabajo del estudiante.
- Asimismo, los estudiantes obtienen la capacidad de elección entre una amplia diversidad de estudios en el extranjero, disfrutan de un acceso más sencillo a la información sobre los planes de estudios de otras instituciones, mayor simplicidad para la elaboración de un programa de estudios, adquieren una certificación clara de los resultados obtenidos y una garantía de reconocimiento académico.

Todas estas mejoras permiten, como **Zoontjens (2001)** comenta, una mayor comparabilidad para el mercado de trabajo y el ejercicio profesional en el espacio europeo.

Según los aspectos tratados en el "**Mensaje de la Convención de Instituciones Europeas de Enseñanza Superior**"

¹ En España, el proceso de redefinición de las titulaciones dentro del marco del EEES ha dado lugar a los denominados **libros blancos** (http://www.aneca.es/modal_eval/conver_docs_titulos.html), los cuales muestran el resultado del trabajo llevado a cabo por una red de universidades españolas, apoyadas por la ANECA –**Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación**– (<http://www.aneca.es/>), con el objetivo explícito de realizar estudios y supuestos prácticos útiles en el diseño de un título de Grado adaptado al EEES.

(<http://www.usc.es/export/sites/default/gl/gobierno/vrodoces/eees/descargas/salamanca.pdf>), desarrollada en Salamanca en marzo de 2001, el objetivo del desarrollo del EEES es tratar de dotar a Europa de un sistema universitario homogéneo, compatible y flexible que permita a los estudiantes y titulados universitarios europeos una mayor movilidad. Igualmente, según **Zoontjens (2001)**, se trata de dotar al sistema universitario europeo de unos niveles de transparencia y calidad, mediante sistemas de evaluación, que le hagan atractivo y competitivo a nivel internacional dentro del actual proceso de globalización. El estudiante debe pasar a ser el centro del sistema ya que es el principal actor del mismo, valorándose el esfuerzo que necesita realizar para superar las enseñanzas. En definitiva, tal como **Raffai (2004)** dice, se trata de cambiar la filosofía de los estudios dando más importancia al manejo de las herramientas de aprendizaje más que a la mera acumulación de conocimientos.

Repasando los orígenes de la creación del EEES se observa que la idea inicial surgió de la Declaración de la Sorbona de 1998 firmada por los ministros de educación de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido.

El 25 de mayo de 1998 tuvo lugar la Declaración de la Sorbona² en la que se destacaba la importancia de las universidades en el proceso cultural europeo. Uno de los propósitos prioritarios establecidos fue la creación del EEES para facilitar y promover la movilidad y competitividad de los ciudadanos, así como impulsar la convergencia de los distintos sistemas nacionales de educación superior. Potenciar lo que **Tomusk (2004)** argumenta: No sólo una Europa económica y empresarial sino también, especialmente, una Europa del conocimiento.

El otro objetivo fundamental que se perfiló fue el desarrollo de los créditos ECTS (*European Credits Transfer Systems*) para integrar profesionalmente a los titulados a través de un reconocimiento internacional de la titulación. Tras esta primera declaración de intenciones, estas cuestiones se concretaron en la Declaración Conjunta de los Ministros de Educación Europeos de Bolonia en 1999 ([http://www.crue.org/export/sites/Crue/procbolonia/documentos/antecedentes/2_Declaracion de Bolonia.pdf](http://www.crue.org/export/sites/Crue/procbolonia/documentos/antecedentes/2_Declaracion_de_Bolonia.pdf)).

La Declaración de Bolonia estableció las líneas principales por las que debía desarrollarse el EEES, comprometiéndolo a los países firmantes, a través de sus ministros de educación, y haciendo un llamamiento a la cooperación de las universidades europeas para conseguir esos logros.

La mencionada declaración (**Figura 2.2**) fija dos propósitos básicos que en el documento “*The Bologna Declaration on the European space for higher education: an explanation*” elaborado por la **Confederation of EU Rectors’ Conferences** y la **Association of European Universities (1999)** explica: Por un lado insiste en la necesidad de establecer los criterios para la adecuación de los procedimientos educativos al EEES y, por otro, plantea las estrategias para la consecución de este fin, una estructura cíclica de la formación (grado y postgrado), la implantación del sistema

² Este documento y todos los que se mencionan en el presente capítulo se vuelven a referenciar en la tabla 2.1, en donde también aparece la correspondiente dirección web en la que se puede consultar.

de créditos ECTS y el suplemento europeo al título los cuales garantizan la transparencia y la comparabilidad de los títulos europeos.



Figura 2.2: Página web de la Declaración de Bolonia, suscrita por los Ministros de Educación de 29 países

Los países allí reunidos determinaron además la conveniencia de establecer y desarrollar el EEES y para este fin dispusieron unos objetivos esenciales:

- Adopción de un sistema de titulaciones fácilmente legible y comparable.
- Adopción de un sistema basado, fundamentalmente, en dos ciclos principales: grado y postgrado.
- Establecimiento de un sistema de créditos, como el sistema ECTS, como medio para promover la movilidad de los estudiantes.
- Promoción de la movilidad y supresión de los obstáculos para el ejercicio libre de la misma por parte de estudiantes, profesores y personal administrativo.
- Fomento de la cooperación europea en garantía de calidad para el desarrollo de criterios y metodologías comparables.
- Promoción de la dimensión europea de la educación superior y en particular, el desarrollo curricular, la cooperación institucional, esquemas de movilidad y programas integrados de estudios, de formación y de investigación.

Los ministros europeos de educación reunidos en Bolonia se citaron para dos años después de manera que se elaborase un documento que estableciese las líneas maestras de la reforma. Esta reunión tuvo lugar en Praga en mayo de 2001 donde se elaboró un documento titulado "Hacia un Espacio Europeo de Educación Superior" que fijó las características del futuro EEES, puso una fecha límite para su puesta en marcha, el año 2010 y añadió una serie de objetivos a los anteriores:

- El aprendizaje a lo largo de la vida como elemento esencial para alcanzar una mayor competitividad europea, para mejorar la cohesión social, la igualdad de oportunidades y la calidad de vida.
- El papel activo de las universidades, de las instituciones de educación superior y de los estudiantes en el desarrollo del proceso de convergencia.
- La promoción del atractivo del EEES mediante el desarrollo de sistemas de garantía de la calidad y de mecanismos de certificación y de acreditación.

Así, las fechas más significativas del EEES se detallan en la **Tabla 2.1**:

Tabla 2.1: Fechas más significativas en la creación del EEES

Septiembre de 1988	Los rectores de las universidades europeas firman en Bolonia la Magna Charta Universitatum (http://www.magna-charta.org/pdf/mc_pdf/mc_spanish.pdf). En ella se establecen los principios fundamentales que deben sustentar la universidad. Se anuncia ya el desarrollo de una política general de equivalencia en materia de títulos, exámenes y concesión de becas. Se considera que el acuerdo establece los principios de lo que más adelante se conocerá como el <i>Proceso de Bolonia</i> .
Abril de 1997	Convención de Lisboa (http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/Lisbon_convention.pdf). Acentúa la necesidad de reconocimiento de los títulos, certificados y diplomas como medio de promoción de la movilidad entre países europeos.
25 de mayo de 1998	El "Espacio Europeo de Educación Superior" empezó a cobrar sentido en la Declaración de La Sorbona (http://www.unioviedo.es/fgh/archivos/Declaraciones_basicas/Soborna.pdf) firmada por los ministros de Francia, Italia, Alemania y Reino Unido, pone por primera vez de manifiesto la intención de promover la convergencia entre los sistemas nacionales de educación superior y anima a los restantes estados miembros de la Unión y a otros países europeos a unirse en dicha iniciativa.
19 de junio de 1999	Tiene lugar de la primera conferencia ministerial y la fundacional, dónde se dan los primeros pasos para convertir el EEES en una realidad, estableciendo los principales objetivos que han de guiar el proceso. Veintinueve países suscriben la Declaración de Bolonia (http://www.educacion.es/dctm/boloniaeees/documentos/02que/declaracion-bolonia.pdf?documentId=0901e72b8004aa6a), afirmando así su adhesión a los principios generales de la declaración de La Sorbona y consolidando la construcción del EEES.
22 al 25 de marzo de 2001	La organización que representa a los estudiantes europeos, ESIB: The National Unions of Students in Europe (http://www.esib.org/), adopta formalmente su posición con respecto a la Declaración de Bolonia en la llamada Göteborg Student Convention (http://www.educacion.es/dctm/boloniaeees/documentos/02que/students-goteborg.pdf?documentId=0901e72b8004aa8c)
29 y 30 de marzo de 2001	La Convención de Salamanca (http://www.unavarra.es/conocer/calidad/pdf/doceur4.PDF) reúne a más de trescientas instituciones europeas de enseñanza superior con el fin de preparar su aportación a la conferencia de Praga. En ella, se crea la Asociación de Universidades Europeas, EUA: European University Association (http://www.eua.be/eua/index.jsp), que agrupa a universidades y rectores de toda Europa y con la que se inicia la participación directa de las universidades en el proceso.
19 de mayo de 2001	Cumbre de Praga (http://www.eees.es/pdf/Praga_ES.pdf) Segunda conferencia ministerial en la que participan de 32 estados. Se estudia el progreso del Proceso de Bolonia y fija las direcciones y prioridades para los próximos años. En Praga se reconoció la necesidad de potenciar el aprendizaje a lo largo de la vida

	y aumentar el atractivo del área europea de educación superior; que las universidades y los estudiantes se impliquen más en el proceso como socios activos y constructivos de este EEES.
Marzo de 2002	Cumbre de Barcelona (http://www.educacion.es/dctm/boloniaeees/documentos/02que/consejobarcelona.pdf?documentId=0901e72b8004aa68). El Consejo Europeo establece el objetivo de hacer de los sistemas educativos una referencia de calidad mundial.
4 de julio de 2003	La EUA adopta la llamada Declaración de Graz (http://www.educacion.es/dctm/boloniaeees/documentos/02que/declaracion-graz.pdf?documentId=0901e72b8004aa6b). Dónde se acentúa el papel central que deben jugar las universidades en la puesta en marcha de las reformas de Bolonia.
19 de septiembre de 2003	Cumbre de Berlín (http://www.bologna-berlin2003.de/). Tercera conferencia ministerial en la que se revisan los objetivos alcanzados y se fijan nuevas prioridades hasta el 2005. En ella se fijan tres prioridades intermedias: Sistemas eficaces de garantía de calidad; sistema basado en dos ciclos; y reconocimiento de títulos y periodos de estudios (European Ministers of Education, 2003).
9-20 de Mayo 2005	Conferencia ministerial en Bergen (Noruega) (http://www.bologna-bergen2005.no/).
17-18 de Mayo 2007	Conferencia ministerial en Londres (http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100202100434/http://www.dcsf.gov.uk/londonbologna/).
28-29 abril 2009	Conferencia ministerial en la Universidad de Leuven y la Universidad de Louvain-la-Neuven (Benelux) (http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/).
12-13 marzo 2010	Conferencia ministerial en Viena y Budapest (http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/2010_conference/).
2010	Horizonte previsto por la Declaración de Bolonia para la plena consecución de sus objetivos. Las universidades españolas establecerán su propio calendario de adaptación según los compromisos adquiridos por España en la Declaración de Bolonia, en virtud de los cuales en el año 2010 todas las enseñanzas deben estar adaptadas a la nueva estructura.

3. Instrumentos para la convergencia europea de las enseñanzas

Las instituciones de educación superior han de proporcionar técnicas docentes con el propósito de asegurar la completa formación de los estudiantes, teniendo en cuenta las necesidades de la sociedad y un mercado laboral cada vez más competitivo e internacional (**García, 2006**).

Por ello se crean una serie de instrumentos que contribuyen a la convergencia europea de las enseñanzas y son los siguientes:

3.1. Sistemas de créditos europeos (ECTS)

Es el nuevo concepto de valoración de las enseñanzas universitarias. Su puesta en marcha es una de las principales medidas de la implantación del EEES. El **Real Decreto 1125/2003 (BOE de**

18/09/2003) (<http://www.boe.es/boe/dias/2003/09/18/pdfs/A34355-34356.pdf>) establece el sistema universitario de créditos y calificaciones europeos.

Si queremos que el alumno tenga como fin primordial en la universidad “aprender a aprender” creemos que la implantación del sistema de créditos no puede consistir en una mera operación matemática, en un retoque teórico de lo que venimos haciendo hasta ahora en las clases.

El concepto de crédito³ vigente en España hasta hace poco definido por el artículo **2-7 del Real Decreto 1497/1987** (<http://www.creif.org/documentos/rdd&leyes/RD,1497-1987,Directrices,Generales,Planes,Estudio,Universitarios.pdf>) correspondía a "diez horas de enseñanza teórica, práctica o de sus equivalencias". El crédito así definido difiere mucho del promulgado para la construcción del EEES ya que se trata de unidades de acumulación que tienen en cuenta tan sólo las horas de docencia⁴ y en ningún caso comprenden las horas de dedicación por parte del estudiante.

El concepto de crédito ECTS (*European Credits Transfer Systems*) nace y se desarrolla con el programa europeo de intercambio de estudiantes universitarios ERASMUS-SOCRATES y da respuesta a la necesidad de encontrar un sistema de equivalencias y de reconocimiento de estudios cursados en otros países.

Con la implantación del EEES el concepto de crédito cambia, ya no es la duración de las clases impartidas por el profesor sino el volumen de trabajo total que el estudiante debe realizar para superar la asignatura e incluye:

- Las horas de clase teóricas y prácticas.
- El esfuerzo dedicado al estudio.
- La preparación y realización de ejercicios, pruebas, exámenes.

³ El crédito es la “unidad de valoración de las enseñanzas” (León y Leal, 2006; García, 2006).

⁴ La “Hora de Docencia” es la “unidad horaria mínima de impartición de clase teórica y práctica por un profesor” y no tiene por qué equivaler a 60 minutos, sino a los minutos que la organización del Centro asigne a cada hora de docencia (León y Leal, 2006; García, 2006).

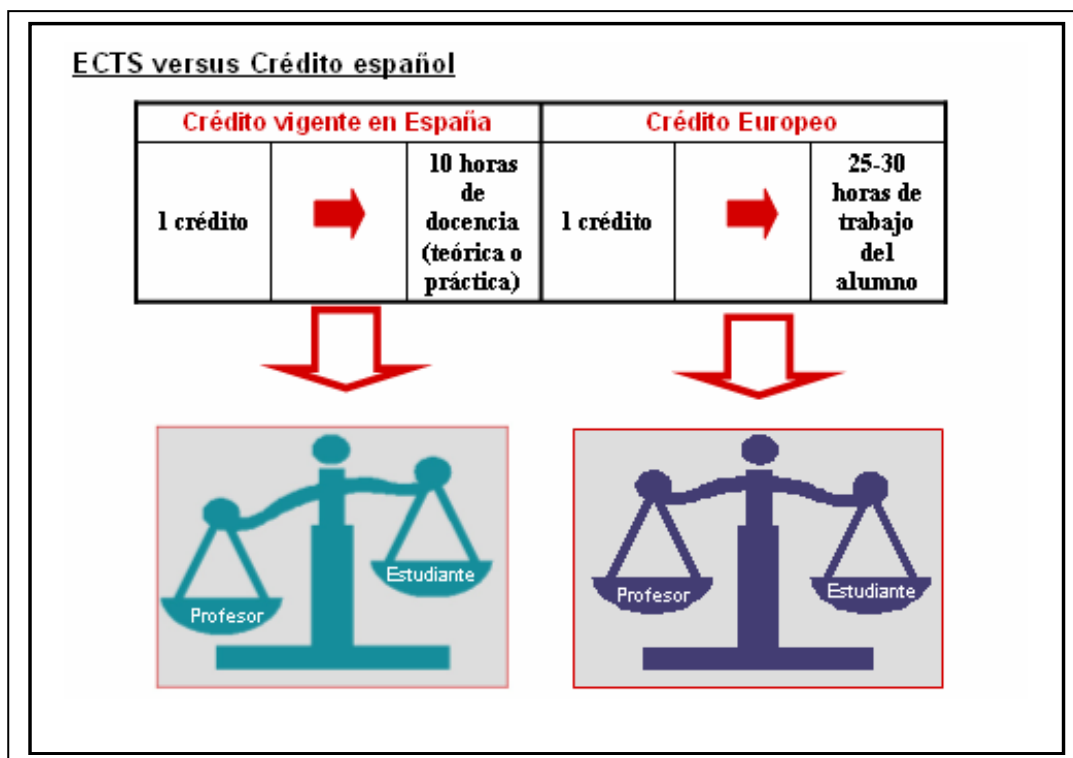


Figura 2.3: El crédito ECTS conecta con la idea de que el estudiante es el centro y principal actor del sistema universitario europeo. Fuente: UNAV

En resumen, el valor del crédito pasa de las 10 horas de clase actuales a entre 15 y 25 horas de trabajo. Esta manera de valorar el crédito universitario se conecta con la idea de que el estudiante sea el centro y principal actor del sistema universitario europeo (Figuras 2.3 y 2.4).

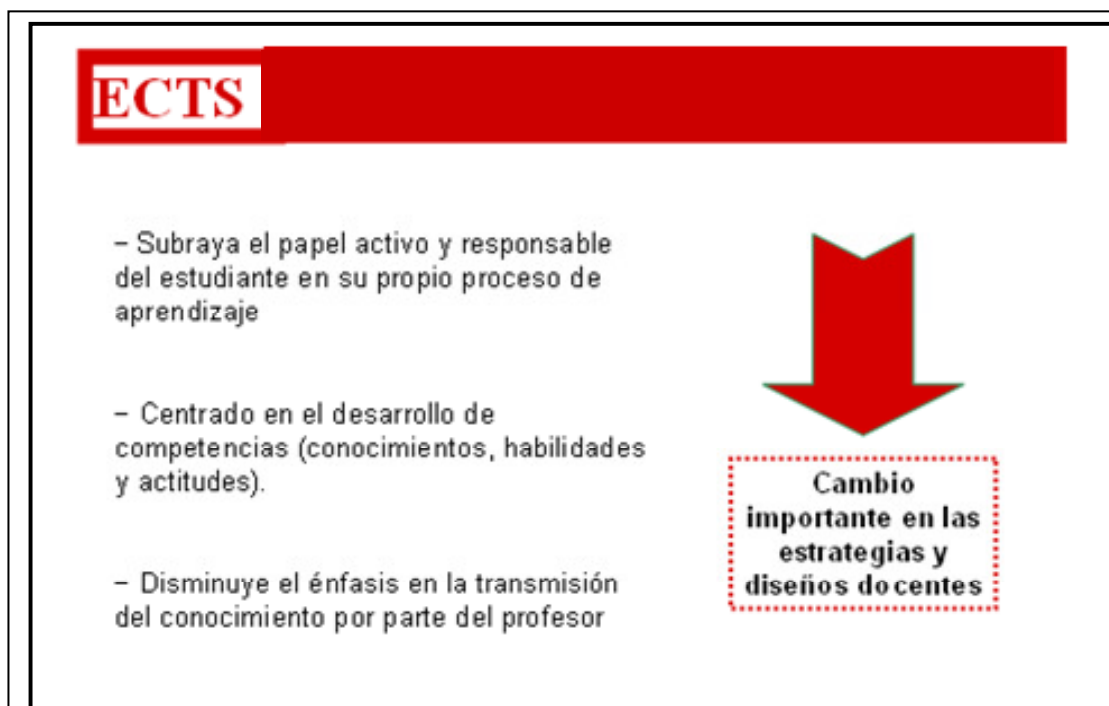


Figura 2.4: Rasgos principales a los que da importancia los ECTS. Fuente: UNAV

El ECTS es un reflejo de un cambio de mentalidad en el planteamiento de la enseñanza y el aprendizaje ya que obliga a dirigir la mirada al alumno y su aprendizaje al valorar de modo numérico el trabajo que éste ha de desarrollar (Honzik, 2004). Se trata de un modelo de enseñanza centrado en el aprendizaje (volumen total de trabajo del alumno⁵) más que en la docencia (horas de clase), que requerirá el uso de nuevas metodologías docentes más enfocadas en el desarrollo de destrezas, habilidades y competencias en el alumno.

Una forma de que todo el mundo comprenda el alcance de una titulación es definiéndola en términos de las competencias que desarrolla (conocimientos, habilidades y destrezas) y la profundidad con que se tratan. Unas y otra pueden variar de una institución a otra, y es deseable que lo hagan si se quiere atender a las demandas sociales de la zona y a la autonomía de las instituciones, pero es irrenunciable que sean explícitas. Por ello, se ha llevado a cabo en todos los países del EEES un proceso de redefinición de las titulaciones centrado en las competencias y en la carga total de trabajo para el estudiante, esto es en créditos ECTS.

Este nuevo concepto de crédito valora numéricamente la carga de trabajo real del estudiante estimando, de manera relativa, el volumen de trabajo requerido para cada unidad del curso en relación al necesario para completar un año. El sistema ECTS establece en 60 créditos el volumen de trabajo total de un estudiante a tiempo completo durante un curso académico (Figura 2.5). Por lo tanto, un semestre equivale a 30 créditos y un trimestre a 20 créditos. A título orientativo y considerando una actividad académica aproximada de 40 semanas/año y una carga de trabajo en torno a 40 horas/semana, se establece para el crédito europeo un volumen de trabajo entre 15 y 25 horas (1.500-1.800 horas de trabajo del estudiante/año)⁶.

⁵ Recordemos, el ECTS es la suma de todo el tiempo invertido por el estudiante en su formación (asistencia a clases u otras actividades, horas de estudio, exámenes, etc.)

⁶ Aproximadamente, 1 crédito actual corresponde a 0,75 créditos ECTS.

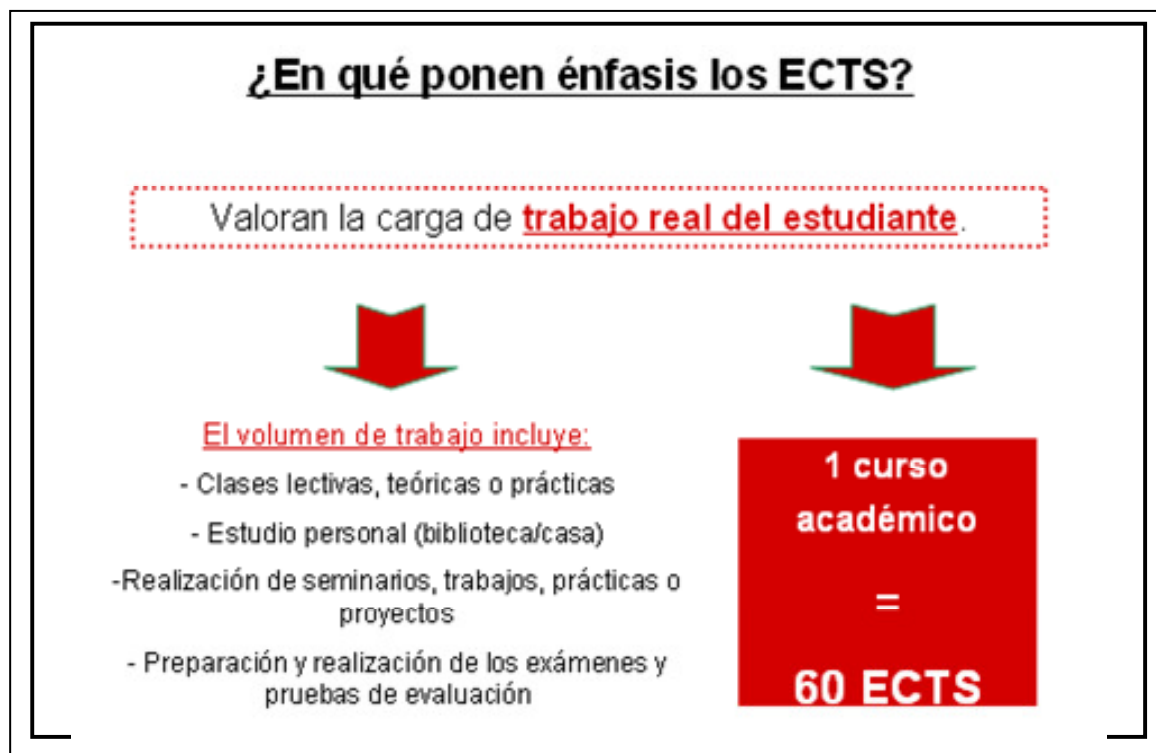


Figura 2.5: El crédito ECTS valora numéricamente la carga de trabajo real del estudiante. Fuente: UNAV

Además es necesario que los resultados de la evaluación se expresen dentro de una escala de calificaciones que permita también la comparación entre los distintos sistemas: son los llamados “grados ECTS”, que tienen en cuenta los porcentajes de éxito de los alumnos en cada asignatura.

La utilización del sistema de créditos europeo implica la utilización de dos documentos normalizados que proporcionan información:

- La guía docente ofrece los datos más relevantes sobre la institución y los programas de estudios, detallando las asignaturas y los créditos asignados a cada una de ellas.
- Los certificados académicos describen los resultados obtenidos por los alumnos, especificando tanto el número de créditos asignados a cada asignatura como la calificación expresada en grados ECTS.

3.2. Estructura esencial de titulaciones adaptable y consensuada

El EEES es un reto para la comunidad universitaria y para la administración educativa. En este sentido, en el punto 5.2.1 del documento "**La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior**"

(http://www.uhu.es/convergencia_europea/documentos/documentos-

[2007/docmarco_MEC_feb2003.pdf](#)) del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC⁷), se formulan las nuevas directrices para las titulaciones en el EEES.

Las titulaciones tradicionales en donde existen dos niveles (Diplomatura - Licenciatura, Ingeniería Técnica - Ingeniería, Arquitectura Técnica - Arquitectura) pasan a un solo nivel de grado y habilitan para el ejercicio profesional.

Desaparece el concepto actual de Diplomatura, Ingeniería Técnica y Arquitectura Técnica, respetándose, evidentemente, los efectos académicos de estas titulaciones. Se establecen dos tipos de títulos de postgrado: el título de Máster y el título de Doctor.

Así, según establecen los acuerdos derivados de la construcción del EEES, las enseñanzas universitarias se organizan en tres titulaciones: Grado (o *bachelor* en algunos países), Máster y Doctor, cada uno de ellos descritos en términos de resultados de aprendizaje y competencias e incluyendo una recomendación sobre los créditos que se deben asignar a los dos primeros títulos, y la duración en años del doctorado (ver **figuras 2.6 y 2.7**⁸).

En la **figura 2.6** se muestra el esquema de las enseñanzas universitarias previsto para el EEES. En la **figura 2.7** se muestra de forma comparada el tradicional esquema y el previsto. De forma orientativa para un estudiante a tiempo completo y rendimiento adecuado, si la edad de ingreso a la universidad es de 18 años, la edad de salida del grado deberá ser de 22 años, la de consecución del título de máster estará entre los 23-24 años y el doctorado se podrá obtener a los 26-27 años.

Los títulos universitarios de grado se organizan por grandes ramas de conocimiento y todos ellos deben adaptarse a las directrices para el diseño de títulos de alguna de ellas. En el caso de profesiones reguladas, estas directrices están específicas de los títulos correspondientes. La propuesta presentada por el MEC clasifica las ramas de conocimiento en:

- Artes y Humanidades.
- Ciencias.
- Ciencias de la Salud.
- Ciencias Sociales y Jurídicas.
- Ingeniería y Arquitectura.

⁷ MEC es el acrónimo de Ministerio de Educación y Ciencia de España

⁸ Fuente: **MEC (2006)**

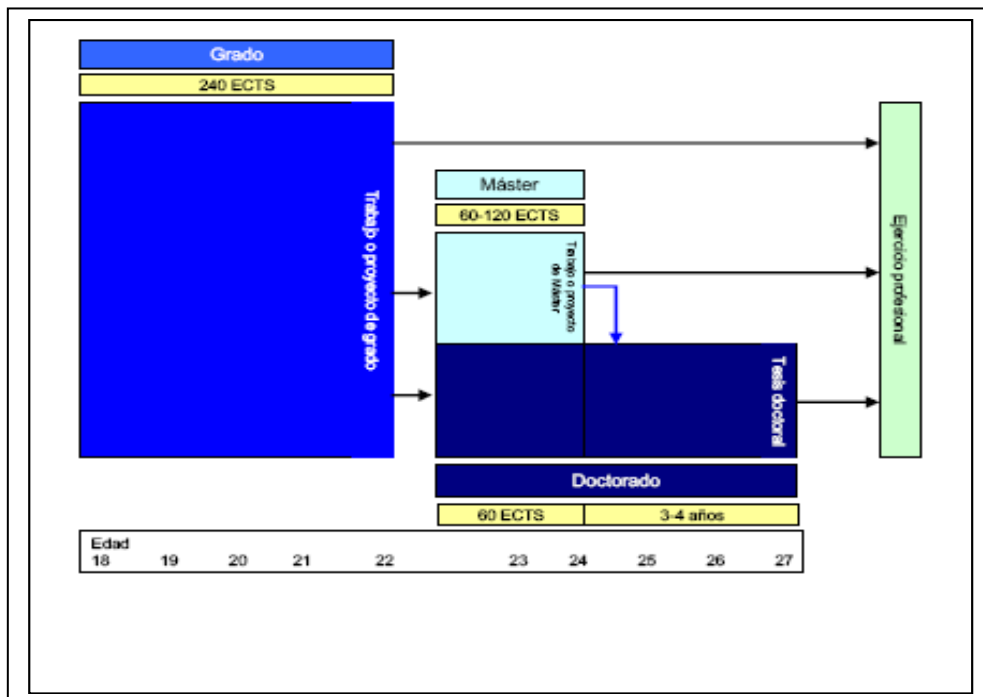


Figura 2.6: Estructura de los niveles de títulos universitarios según el documento "La organización de las enseñanzas universitarias en España"

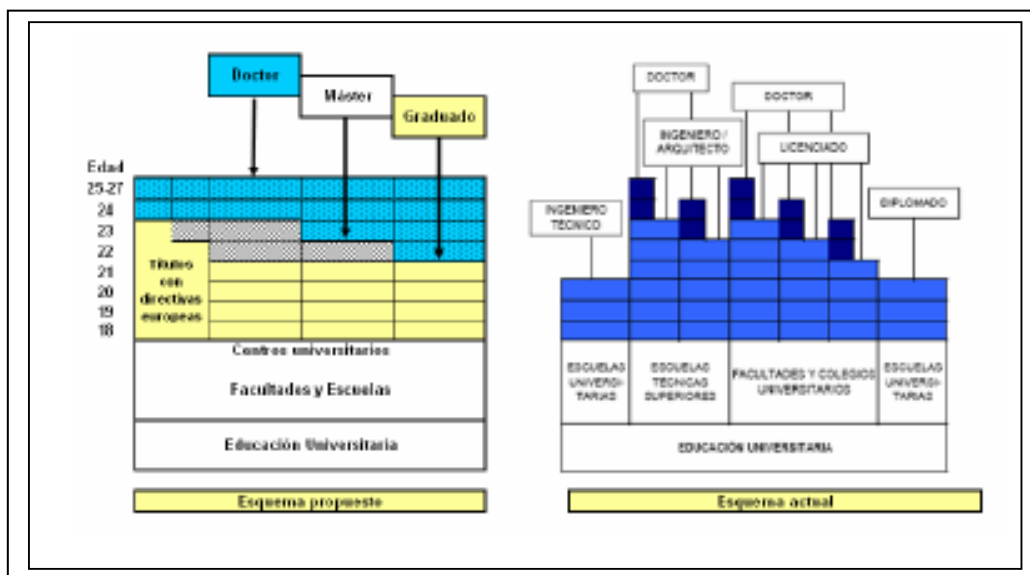


Figura 2.7: Comparación entre el esquema actual y el esquema propuesto según el documento "La organización de las enseñanzas universitarias en España"

Respecto a la duración, el mínimo es 180 ECTS y el máximo 240 ECTS, es decir, 3 o 4 cursos lectivos (60 créditos por curso). Algunos países como España, Irlanda, Portugal y Escocia fijan la duración en 240 ECTS. Otros como Francia e Italia fijan la duración en 180 ECTS pero mantienen la posibilidad de un cuarto curso "propio" no conducente al segundo título de máster. La

mayoría de los restantes países admiten una duración variable con un mínimo de 180 ECTS. En general, se imparten titulaciones de grado de 180, 210 o 240 ECTS (6,7 u 8 semestres).

Los requisitos para la obtención de los títulos universitarios oficiales de grado, y las directrices generales de los planes de estudios, están establecidos por el Gobierno, bien por su propia iniciativa, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, o a propuesta de este Consejo. Asimismo, debe ser posible una cierta flexibilidad que permita a las universidades diversificar su oferta, intensificando o personalizando alguna de las competencias específicas relacionadas con la orientación profesional, así como establecer itinerarios de libre configuración curricular. Pero, en ningún caso, estos itinerarios puede ser reconocidos como especialidades ni reflejados en el título oficial de grado.

La experiencia pone de manifiesto las dificultades que los estudiantes encuentran en los primeros cursos, que se traducen en tasas de abandono superiores a las deseables en determinados títulos. Este hecho sugiere, según **Raffai (2004)**, la conveniencia de realizar un diseño de los grados con formación en competencias comunes que eviten al estudiante una temprana y excesiva especialización que condicione su futuro y permita la movilidad hacia titulaciones afines, mediante el sistema de acumulación de créditos.

En consecuencia, tal como en la explicación sobre la Declaración de Bolonia realizada por **Confederation of EU Rectors' Conferences & Association of European Universities (1999)** se expone, los títulos deben tener partes comunes que proporcionen formación en competencias básicas dentro de cada rama de conocimiento. Esta parte común debe ser desarrollada al inicio de cada título y alcanzar, al menos, 60 créditos. De esta manera, los estudiantes tienen la posibilidad de continuar estudios en otro título, siempre que se haya establecido los procedimientos necesarios para el reconocimiento global de los créditos iniciales superados. Esto permite también que los estudiantes puedan modificar su opción inicial de título en función de la vocación, formación y experiencia adquirida durante este primer periodo. Las facilidades para la movilidad deben ser máximas y están sólo limitadas por los requisitos de acceso a la titulación y, en su caso, el límite de plazas que se haya establecido. El diseño establece la orientación del estudiante sobre la forma adecuada de seguir el plan de estudios, pero no contempla la posibilidad de establecer cursos selectivos, con el fin de no poner trabas a la formación permanente y el derecho de elección de los estudiantes. Con esta estructura se pretende mejorar la formación de acceso de los estudiantes universitarios, reducir las tasas de abandono y permitir una mejor adaptación de los intereses de los estudiantes a la titulación que cursen.

Asimismo, según el **MEC (2006)**, la superación de 120 créditos da lugar al *Certificado de Estudios Universitarios Iniciales* (CEUI), siempre que incluyan los 60 créditos a los que hace referencia el párrafo anterior.

Los títulos de máster pueden tener entre 60 y 120 créditos ECTS, en los que están incluidos todo tipo de aprendizajes con sus correspondientes evaluaciones, no se organizan por ramas de conocimiento –como sí sucede con los de grado- y disponen de directrices específicas cuando la normativa reguladora de la profesión lo requiere. El máster finaliza con la elaboración y defensa oral pública de un proyecto o Trabajo de Fin de Máster (TFM) por parte del estudiante,

cuya valoración en créditos es establecida por los planes de estudio correspondientes, y que están incluidos en el cómputo total.

El acceso al postgrado depende, en general, de la formación previa. Según la duración y los contenidos de la titulación de grado, los diferentes másteres requieren cursar más o menos créditos (en un rango de 60 a 120 ECTS). Podrán acceder aquellos estudiantes que tengan un título de grado expedido por las autoridades competentes de países del EEES o equivalentes de terceros países. La universidad es quien propone los procedimientos y requisitos de acceso en su plan de estudios, entre los que pueden figurar requisitos de formación previa específica en algunas disciplinas. En tanto se establezcan sistemas generales de reconocimiento de niveles o títulos, se seguirán promoviendo acuerdos bilaterales para el reconocimiento automático de niveles con el fin de facilitar el acceso y la movilidad de estudiantes en este ciclo.

Excepcionalmente, y sólo a efectos de acceso a los estudios de máster, se pueden considerar equivalentes otros títulos cuya duración, estructura, contenidos y requisitos de acceso sean similares a los de un título de grado. El sistema y las condiciones de acceso deben figurar en el Plan de Estudios.

Los másteres ofrecen una formación de alto nivel, tanto especializada en un área específica del saber como en áreas interdisciplinares, con el fin de mejorar las competencias específicas en algún ámbito profesional o disciplinar. Entre los ámbitos profesionales a los que estén dirigidos se encuentra la investigación por lo que el máster puede integrarse como parte de la formación para la obtención de título de doctor. Los másteres con elementos comunes pueden agruparse en programas de postgrado.

Con una mirada hacia las últimas décadas es suficiente para revelar, tal como apunta **Teichler (2005)**, que la investigación en educación superior se ha expandido y ha llegado a ser más fuerte en varios países de Europa. Se observa que, paso a paso, se está incrementando la calidad y los métodos utilizados aunque, sin embargo, muchas líneas de investigación aún resultan ser insuficientes para lo que sería deseable. A ello se debe la importancia de potenciar los estudios de postgrado en el marco del EEES.

Por último, el título de doctor se otorga al estudiante cuya tesis doctoral haya sido aprobada. Para presentar la tesis doctoral a aprobación el doctorando ha debido cursar los estudios de un Programa de Doctorado.

De acuerdo con la propuesta de **Ian McKenna (2004)** sobre el Marco Europeo de Calificaciones, no se establece ninguna duración ni en años ni en créditos ECTS para la formación de un doctor. Sin embargo, en el documento de la EUA⁹ titulado “*Doctoral Programmes for the European Knowledge Society*” que contiene los resultados del estudio sobre doctorados realizada por la EUA en el marco del Proceso de Bolonia en Salzburgo en febrero del 2005, se define un tiempo razonable para la obtención del nivel de doctor, considerándose de 3 a 4 años en el caso de dedicación completa a los mismos. Esta duración estimada tiene una relación directa con la duración de las becas de investigación.

⁹ EUA es el acrónimo de la *European University Association*.

El programa de doctorado, que será aprobado por la universidad, consta de un periodo de formación y un periodo de investigación.

El periodo de formación consta de 60 créditos que pueden ser de estudios de máster (esto es, de uno o varios másteres) o actividades formativas universitarias específicamente diseñadas o seleccionadas para dicho programa. Estas actividades deben ser aprobadas de acuerdo con el procedimiento que establezcan las universidades. El periodo de formación puede finalizar con la elaboración y defensa pública de un trabajo de investigación, cuya duración en créditos es establecida por la universidad.

El periodo de investigación consta de las actividades de investigación necesarias para elaborar la tesis doctoral y son supervisadas por el director de tesis. Las universidades establecen las condiciones para registrar el tema de la tesis y ser director de tesis, cuantificando la dedicación necesaria correspondiente del director, en ambos casos, de acuerdo con los criterios que se establezcan.

Pueden acceder al periodo de formación los estudiantes que hayan obtenido el título de grado universitario. Pueden acceder al periodo de investigación los estudiantes que hayan superado el programa de formación o aquéllos que hayan obtenido un título universitario de máster, según establezca el programa de doctorado correspondiente. Las universidades establecen los procedimientos y requisitos de acceso en su programa de doctorado y las condiciones para poder proponer y empezar los trabajos de la tesis doctoral. Entre los requisitos, pueden figurar formación previa específica en algunas disciplinas.

Además, pueden ser admitidos aquellos estudiantes que tengan un título o nivel de máster de cualquier país del EEES o equivalentes de terceros países. Todos estos accesos deben ser reconocidos por la universidad dentro del programa de doctorado. Se siguen promoviendo acuerdos bilaterales entre estados para el reconocimiento automático de niveles con el fin de facilitar la movilidad de estudiantes en este nivel.

Queda establecido el procedimiento para autorizar a una universidad a otorgar el título de doctor. Una vez que la universidad haya obtenido la autorización e inscrito el título en el registro oficial, los centros universitarios que autorice la universidad, de acuerdo con la normativa vigente, pueden ofrecer programas de doctorado. En el caso de que el programa de doctorado contenga un máster, éste debe estar autorizado de acuerdo al procedimiento correspondiente.

Tal como en el documento del **MEC (2006)**, “La organización de las enseñanzas universitarias en España”, se argumenta, la denominación del título será de “Doctor por la Universidad de ...”. En el caso de títulos interuniversitarios, se establece una denominación adecuada. La obtención del nivel de doctor incluye el reconocimiento del nivel de máster, aunque no se hayan cursado específicamente las enseñanzas completas de uno.

A modo de resumen, el Proceso de Bolonia insta a adoptar un sistema basado en dos niveles consecutivos que dan lugar a tres titulaciones diferentes (**Tabla 2.2**):

Tabla 2.2: Posibles titulaciones tras la creación del EEES

<p>1. Nivel de Grado¹⁰:</p> <p>Título GRADO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extensión: De 180 a 240 ECTS, lo que requiere de tres a cuatro años de estudio a tiempo completo. • Habilita para el ejercicio profesional.
<p>2. Nivel de Postgrado:</p> <p>Título MÁSTER:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los objetivos formativos son más específicos que los de grado y deben estar orientados hacia una mayor profundización intelectual, posibilitando un desarrollo académico disciplinar e interdisciplinar, de especialización científica, de orientación a la investigación o de formación profesional avanzada. • Duración: De 60 a 120 ECTS según la formación previa del candidato (posibles reconocimientos parciales) la orientación del máster. Los documentos europeos proponen que grado+master requiera un mínimo de 300 ECTS. • Organización: Los programas deben tener una estructura flexible y un sistema de reconocimiento y de conversión que permitan el acceso desde distintas formaciones previas. Los contenidos de estas titulaciones deben definirse en función de las competencias científicas y profesionales que hayan de adquirirse. La implantación: El Gobierno regula los requisitos generales de estos estudios, pero no establece directrices generales sobre sus contenidos • Acceso: Tras cursar un grado o unos estudios equivalentes cuya duración, estructura, contenidos y requisitos de acceso sean similares a los de un título de grado. <p>Título DOCTOR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formado por periodo de formación + periodo de investigación • Acceso al periodo de formación: Tras cursar un grado • Acceso al periodo de investigación: Tras cursar un grado + máster o bien, tras cursar un grado + periodo de formación del doctorado. • Sin duración concreta en años ni nº de ECTS establecidos.

3.3. Suplemento al título (Diploma supplement)

El **Real Decreto 1044/2003 (BOE de 11/09/2003)** (<http://www.boe.es/boe/dias/2003/09/11/pdfs/A33848-33853.pdf>) establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.

¹⁰ Superar el título de grado será condición necesaria para acceder al nivel de postgrado, el cual dará lugar a la obtención del título máster y doctorado.

El suplemento al título es, principalmente, un elemento que conecta con el concepto básico del EEES de dotar a todo el sistema de transparencia. Desde agosto de 2003, “la diversidad de enseñanzas y titulaciones, las dificultades en su reconocimiento, el incremento de la movilidad de los ciudadanos y la insuficiente información aportada por los títulos”¹¹ se subsana por medio del llamado “Suplemento Europeo al Título”. El propósito de esta documentación es ampliar la transparencia de las titulaciones de educación superior concedida en los países europeos y facilitar su reconocimiento académico y profesional por las instituciones. Consiste en un documento que ofrece una información eficaz sobre el nivel y contenido de las enseñanzas que han cursado en una universidad determinada, permitiéndoles así, la movilidad académica y profesional en otras universidades y otros países europeos.

Contiene información académica y profesional relevante sobre los estudios cursados, su contexto nacional y las competencias y capacidades profesionales adquiridas, abierto para incorporar el aprendizaje a lo largo de la vida, acreditando los conocimientos adquiridos por cada persona en diferentes instituciones europeas de educación superior. El suplemento al título debe ser un documento unificado para toda Europa y normalizado que acompaña al título oficial y aspira a estar permanentemente abierto a futuras actualizaciones fruto del aprendizaje a lo largo de la vida.

3.4. Sistema europeo de evaluación y acreditación de enseñanzas

En última instancia, todas las reformas emprendidas en el Proceso de Bolonia responden al afán por incrementar la calidad de la educación superior europea. Sin embargo, no es de extrañar cierta confusión al respecto motivada por la gran diversidad existente entre los diferentes sistemas europeos. Como dice **González-López (2006)**, todavía quedan muchos retazos pendientes en el discurso sobre la concordancia de los sistemas de garantía de calidad y para ello se requiere del esfuerzo conjunto de todos los implicados en la educación superior. A nivel estatal:

- **ANECA** (www.aneca.es) -Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación-. Es una fundación estatal creada el 19 de julio de 2002, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 35 de la Ley Orgánica de Universidades (LOU). Su misión es la coordinación y dinamización de las políticas de gestión de la calidad en las universidades españolas, con objeto de proporcionar una mejora en su posicionamiento y proyección, tanto en el ámbito nacional como internacional. ANECA tiene como finalidades primordiales contribuir, mediante informes de evaluación y otros conducentes a la certificación y acreditación, a la medición del rendimiento del servicio público de la educación superior conforme a procedimientos objetivos y procesos transparentes, y a reforzar su transparencia y

¹¹ Real decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título. (B.O.E. núm. 218, de 11 de septiembre de 2003).

comparabilidad como medio para la promoción y garantía de la calidad de las universidades y de su integración en el EEES.

Por autonomías:

- **ACAP** (http://www.madrid.org/cs/Satellite?idConsejeria=1109266187254&idListConsj=1109265444710&c=CM_Agrupador_FP&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&idOrganismo=1109266227448&pid=1109265444699&language=es&cid=1109266187254): Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las universidades de Madrid.
- **ACECAU** (<http://www.acecau.org/>): Agencia Canaria de Evaluación y Acreditación Universitaria.
- **ACPUA** (<http://portal.aragon.es/portal/page/portal/AGENCIACALIDAD/>): Agencia de Calidad y Prospectiva Universitaria de Aragón.
- **ACSUCYL** (<http://www.acsucyl.com/>): Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Castilla y León.
- **ACSUG** (<http://www.acsug.es/galego/webs/portada.php>): *Axencia para a Calidade do Sistema Universitario de Galicia.*
- **ACUCM** (<http://www.acucm.es/>): Agencia de Calidad Universitaria de Castilla-La Mancha.
- **AGAE** (<http://www.agae.es/>): Agencia Andaluza de Evaluación.
- **AQUCATALUNYA** (<http://www.aqucatalunya.org/>): *Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.*
- **AQUIB** (<http://www.aquib.org/>): *Agència de Qualitat Universitària de les Illes Balears.*
- **CVAEC** (<http://www.avap.es/es>): *Agència Valenciana d'Avaluació i Prospectiva.*
- **UNIQUAL** (<http://www.uniqual.org/es>): Agencia de Evaluación de la Calidad y Acreditación del Sistema Universitario Vasco

A día de hoy (octubre-2010), el resto de comunidades autónomas no disponen todavía de Agencias de la Calidad, tal como se muestra en la **Figura 2.8**.



Figura 2.8: Distribución de las Agencias de Calidad Universitaria por las diferentes Comunidades autónomas
Fuente: ANECA

A nivel internacional:

- **ENQA** (<http://www.enqa.eu/index.lasso>) -European Association for Quality Assurance in Higher Education-, es la decana de las redes internacionales de garantía de la calidad europea y una de las más antiguas a escala mundial.
- **ECA** (<http://www.eaconsortium.net/index.php?section=content&id=1>) -European Consortium for Accreditation-, nació con una razón de ser eminentemente práctica y finalizó su trabajo en 2007, con la creación de unos objetivos muy bien definidos y articulados tanto en el desarrollo del EEES.
- **ALCUE** (<http://www.alcuel.net/uealc/portal/main/Home.do>) -Espacio Común de Educación Superior América Latina, Caribe y Unión Europea-. La creación de este espacio común tiene como finalidad facilitar la movilidad de estudiantes, profesores e investigadores, crear sistemas de créditos compatibles que permitan el reconocimiento y la convalidación de títulos y periodos de estudio, e intercambiar experiencias referentes a la dirección, evaluación y gestión de los sistemas de educación superior en las tres regiones.
- **RIACES** (<http://www.riaces.net/>) -Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior- que se constituye con las agencias e instituciones de evaluación de la calidad de la educación superior y acreditación de los países de Iberoamérica que tienen el reconocimiento de sus respectivos gobiernos para representar a su país en dichos temas.

- **INQAAHE** (<http://www.inqaahe.org/>) -*International Network of Quality Assurance Agencies in Higher Education*-. Este organismo agrupa instituciones de garantía de calidad y acreditación de la educación superior de los cinco continentes.

No obstante, paulatinamente, dentro del EEES, tal como se dice en la UNAV, se han iniciado y se están llevando a cabo diversas acciones encaminadas a la consecución de este objetivo:

- El proceso de mejora de la calidad académica abarca tres niveles:
 1. A nivel institucional: Las universidades y demás instituciones de educación superior deben forjar una adecuada cultura de evaluación interna de la docencia e investigación que conlleve la propia mejora de los procesos.
 2. A nivel nacional: Las agencias deben asegurar la calidad de los programas, títulos e instituciones de su país; y por último, se debe fomentar la cooperación y colaboración en materia de garantía de calidad.
 3. A nivel europeo: La creación del EEES debe fomentar la transparencia de los estudios europeos y la movilidad de los estudiantes.
- Interesa en este contexto citar el informe **Tuning Educational Structures in Europe** (<http://www.relint.deusto.es/TuningProject/index.htm>) -que, a continuación, trataremos-, el cual pretende determinar los puntos de referencia para las competencias genéricas y específicas de cada disciplina en una serie de ámbitos temáticos.
- Por otra parte, a nivel europeo juega un papel muy importante en este contexto la Red Europea de Garantía en la Enseñanza Superior (**ENQA: European Network for Quality Assurance in Higher Education** (<http://www.enqa.eu/index.lasso>)) que, como ya hemos comentado, se estableció en marzo de 2000 con el propósito de difundir información y buenas prácticas sobre calidad (entre los estados y las agencias de calidad) y promover la cooperación europea en este ámbito.
- Otra iniciativa que merece ser destacada es la “Iniciativa Conjunta de la Calidad” (**Joint Quality Initiative** (<http://www.jointquality.nl/>)), en la que participa un grupo de países entre los que se encuentra España, se trata de una red para la garantía de calidad y la acreditación de los programas de grado y de máster en Europa.

3.5. Proyecto *tuning*

El proyecto *Tuning* es el método utilizado para adaptar las instituciones universitarias al Proceso de Bolonia. El objetivo es alcanzar la convergencia de la estructuración, los contenidos y los métodos de enseñanza, respetando la diversidad propia de cada país.

Según argumenta **Sanz (2006)**, es necesario que los países europeos cooperen en este proyecto para conseguir mejorar la calidad, la validez, la comparabilidad y la transparencia mediante el flujo de información. La participación de las instituciones académicas es fundamental

para la creación y desarrollo del EEES pero ésta debe complementarse con un estudio de las necesidades de la sociedad concretadas en perfiles profesionales y académicos así como las competencias y resultados de aprendizaje.

El deseo de contribuir significativamente a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior fue una de las fuerzas profundas que lo provocaron. La contribución significativa a la creación y desarrollo del Espacio Europeo de Educación Superior viene dado por sus objetivos, sus logros y por el estilo de hacer del proyecto mismo: un conjunto de universidades europeas, con sus representantes acordados, la búsqueda de consensos, el respeto a las diversidades, la transparencia y la confianza mutua para llegar conjuntamente a puntos de referencia comunes.

Unos puntos de referencia, basados en resultados del aprendizaje, competencias, habilidades y destrezas, que no tienen carácter normativo sino «de referencia», de guía hacia lo que se considera «lo común», con el fin de que pueda permitir que ese espacio sea una realidad donde no sólo los estudiantes en programas de intercambio puedan moverse con una mayor facilidad y calidad, sino donde también los profesionales puedan hacerlo.

La otra fuerza impulsora del proyecto *Tuning* es la búsqueda de una mayor calidad en la universidad europea, una calidad también buscada conjuntamente. *Tuning* busca la calidad analizando lo que puede aportar la internacionalización creciente y tratando de profundizar en los impactos más positivos de esta tendencia. Dado la naturaleza y los objetivos del mismo, el proyecto se focaliza en la búsqueda de calidad en los programas que llevarán a la consecución de titulaciones, su diseño y sus componentes. Aunque el tema de calidad en la educación superior será profundizado en la segunda fase del proyecto *Tuning*, esta primera parte aporta los cimientos del futuro edificio con unos elementos claros en el concepto de calidad como transparencia, adecuación a los objetivos, respuesta a los beneficiarios y sentido de relevancia. Estas concepciones de calidad que serán desarrolladas en la fase final del proyecto están ya claramente incorporadas en los objetivos, en el proceso, en los resultados, en el enfoque y finalmente en la capacidad de respuesta al contexto actual.

Lanzar un programa donde pudiera crearse el entorno de trabajo para que más de 100 reconocidos expertos europeos pudieran llegar a puntos de comprensión y confluencia fue un gran reto. Del mismo modo, fue una gran compensación la amplísima acogida y aceptación de las conclusiones por parte de las universidades, organizaciones educativas, organismos oficiales de los países, grupo de seguimiento de Bolonia y especialmente de cada uno de los miembros de *Tuning*.

Es un proyecto desarrollado por 100 universidades de los países integrantes de la Unión Europea, los cuales tratan de comprender y rediseñar los currícula a partir de puntos de referencia comunes para poderlos comparar, con base en el respeto a su autonomía y a su diversidad. Se puede ampliar información en:

http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Educational.pdf

Estrategia

- Cuestionario a partir de las competencias, traducido a 11 idiomas

- 7 áreas de conocimiento: Económicas, Educación, Ciencias, Geología, Historia, Matemáticas, Física y Química
- 101 departamentos universitarios
- 16 países europeos
- 7125 personas respondieron:
 - 5183 recién graduados
 - 944 empresarios
 - 998 académicos.

Objetivos

Fase 1:

- Estudiar la convergencia europea en la definición de contenidos y perfiles profesionales en cada área
- Identificar puntos de referencia comunes desde las perspectivas universitarias y de la disciplina
- Desarrollar modelos de estructuras curriculares (grado y posgrado) para cada área que permitan mejorar la integración y el reconocimiento de títulos
- Adoptar los créditos europeos de transferencia y acumulación.
- Revisar y redefinir parámetros de calidad
- Facilitar el empleo promoviendo la transparencia en las estructuras educativas

Líneas del proyecto *Tuning*

- Línea 1: definición de competencias académicas generales en todas las titulaciones (formaciones)
- Línea 2: definición de competencias específicas en cada titulación (conocimientos y destrezas-*knowledge & skills*)
- Línea 3: Utilización del sistema europeo de créditos (ECTS) como estrategia de acumulación y transferencia
- Línea 4: métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación

Metodología: resultados de aprendizaje y competencias

- Tendencia general en educación superior:
- Cambio de paradigma: desde un enfoque orientado a los docentes a otro orientado a los estudiantes
- Educación menos especializada en el primer ciclo
- Mayor flexibilidad en los programas de primero y segundo ciclo.

El cuestionario *Tuning*: Tipos de competencias medidas

- Competencias instrumentales: capacidades cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas
- Competencias interpersonales: capacidades individuales como las habilidades sociales (interacción social y cooperación)
- Competencias sistemáticas: capacidades y habilidades relativas a todos los sistemas (combinación de entendimiento, sensibilidad y conocimiento): Es necesaria la adquisición previa de las competencias instrumentales e interpersonales.

Tipos de competencias medidas: competencias instrumentales

- Capacidad para análisis y síntesis
- Capacidad de organización y planificación
- Conocimiento general básico
- Profundización en el conocimiento básico de la profesión
- Comunicación oral y escrita en el idioma propio
- Conocimiento de un segundo idioma
- Habilidades básicas informáticas
- Habilidades de gestión de la información (capacidad para recuperar y analizar información de diversas fuentes)
- Resolución de problemas
- Toma de decisiones

Tipos de competencias medidas: competencias interpersonales

- Capacidad de crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajo en un equipo interdisciplinario
- Capacidad para comunicarse con expertos de otros campos
- Apreciación de la diversidad y la multiculturalidad
- Capacidad para trabajar en un contexto internacional
- Compromiso ético

Tipos de competencias medidas: competencias sistemáticas

- Capacidad para aplicar el conocimiento en la práctica

- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprendizaje
- Capacidad de adaptación a nuevas situaciones
- Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)
- Liderazgo
- Entendimiento de culturas y costumbres de otros países
- Capacidad para el trabajo autónomo
- Diseño y gestión de proyectos
- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Preocupación por la calidad
- Voluntad de éxito

Competencias

- El proyecto se centra en las competencias genéricas y las específicas de materia. Estas competencias representan una combinación dinámica de atributos, capacidades u actitudes. Fomentarlas es el propósito de los programas educativos.
- Las competencias se crearán en varias unidades del curso y se emplearán en diferentes estadios
- Las competencias las obtienen los estudiantes.

Resultados de Aprendizaje

- Son expresiones de los que se espera que el aprendiz conozca, entienda o sea capaz de demostrar después de completar su aprendizaje. Se pueden referir a una única unidad o módulo del curso o a un período de estudios, por ejemplo un programa de primer o segundo ciclo.
- Los resultados de aprendizaje especifican los requisitos mínimos para conseguir créditos.
- Los resultados de aprendizaje los formulan los docentes

Pasos para diseñar los grados

- Identificar las necesidades sociales
- Definir los perfiles profesional y académico: traducirlos a resultados de aprendizaje y competencias genéricas y específicas de materia
- Pasarlo al currículo
- Traducirlo a módulos y enfoques hacia enseñanza, aprendizaje y evaluación
- Asegurar la calidad de programa: monitoreo interno, evaluación y procesos de actualización.

Metodología tradicional

- Desarrollada en un contexto nacional sobre todo para programas de estudio unidisciplinarios
- Pensado para educar a los graduados con un perfil tradicional
- Centrado en el conocimiento y los contenidos.

Enfoque:

- Orientado al personal: profesor
- Se cubren las materias obligatoriamente
- Orientado a los insumos.

Enfoque *Tuning*

- Orientado al estudiante
- Define perfiles profesional y académico
- Define resultados de aprendizaje
- Identifica competencias genéricas y específicas de materia
- Currículos orientados a los resultados

Metodología *Tuning* y Modelo

- Adecuado para programas uni., inter y multidisciplinarios, integrados y de grado compartido
- Válida para graduados con amplio rango de perfiles
- Centrado en las competencias

4. Más información y recursos web

La mayoría de la información sobre el EEES se puede encontrar en Internet y consiste en documentos jurídicos, los informes y comunicados oficiales de las conferencias. Estos documentos son esenciales para entender el alcance y la magnitud del movimiento de la reforma educativa que está actualmente en curso en Europa y se pueden encontrar en las referencias citadas en la webgrafía y ampliar en las siguientes páginas web:

- **Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas**, CRUE: <http://www.crue.org/>

- Página Web del **MEC** dedicada al EEES:
<http://www.educacion.es/educacion/universidades/educacion-superior-universitaria/eees.html>
- Página Web del portal **Universia** dedicada al EEES: <http://eees.universia.es/>
- Iniciativa desarrollada por la **comunidad universitaria valenciana**, contiene glosario de conceptos, Cronología, Siglas, Bibliografía: <http://www.ua.es/ice/redes/index.html>
- Página web de la **Universitat Oberta de Catalunya** dedicado al EEES:
<http://www.uoc.edu/eees/esp/index.html>
- Página web de la **Universidad de Navarra** dedicada al EEES:
<http://www.unav.es/profesores/espacioeuropeo/>
- Página web de la **Universidad Politécnica de Catalunya** dedicada al EEES:
<http://www.unav.es/servicio/profesores/eees>
- Página web de la **Universidad de Santiago de Compostela** con contribuciones importantes sobre, entre otras, el e-learning y el EEES:
<http://firgoa.usc.es/drupal/index.php>

Referencias

- Confederation of EU Rectors' Conferences & Association of European Universities (1999): "The Bologna Declaration on the European space for higher education: an explanation". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>
- EUA (2005): *Doctoral Programmes for the European Knowledge Society*. Brussels: EUA Publications. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.eua.be/eua/jsp/en/upload/Doctoral_Programmes_Project_Report.11292788781_20.pdf
- García J.A. (2006): *Què és l'Espai Europeu d'Educació Superior? El repte de Bolonya: preguntes i respostes*. Barcelona: Publicacions i Edicions UB.
- González-López, I. (2006): "Dimensions for evaluating university quality in the European Space for Higher Education". In *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 4:3, 445 – 468 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/10/english/Art_10_134.pdf
- Honzik, J.M. (2004): "The survey of some aspects of European higher education at the beginning of the third millennium". In *Proceedings of the 11th IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer-Based Systems*, 24-27 May 2004, 161 – 166

- León, M.R., Leal, M.M. (2006): *El aprendizaje del derecho en el nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior*. Sevilla: Mergablum.
- Mas-Colell, A. (2003): "The European Space of Higher Education: Incentive and Governance Issues". In *Rivista de Politica Economica*. Nov-Dec, 2003, 9 – 27. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en <http://www.tau.ac.il/~razin/Mas-Colell.pdf>
- McKenna, I. (2004): "Marco europeo de calificaciones: significado e importancia". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.aneca.es/media/21725/publi_ponencias_20santander_202004.pdf
- MEC (2006): "Aclaraciones sobre el documento de 26 de septiembre de 2006 *La organización de las enseñanzas universitarias en España*". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://firgoa.usc.es/drupal/node/32556>
- MEC (2006): "La organización de las enseñanzas universitarias en España". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://firgoa.usc.es/drupal/node/31467>
- Raffai, M. (2004): "The Common Higher Education Reform of the European Space Educational Aspects of Computer and Information Science". In *Plenary Presentation, Interdisciplinary Information Management Talks International Conference*; Budweis 11/09/2004
- Sanz, A. (2006): "Specific Competences and Cognitive Procedures for Literaty in b-Learning". In *International Conference Literary Studies in Open and Distance Learning*. Irapetra, Crete, 7-9 April 2006. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.openlit.gr/abstracts.htm>
- Teichler, U. (2005): "Research on Higher Education in Europe". In *European Journal of Education*, 40:4, 447 – 469
- Tomusk, V. (2004): "Three bolognas and a pizza pie: notes on institutionalization of the European higher education system". In *International Studies in Sociology of Education*, 14:1, 75 – 96 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.tsu.ge/data/file_db/qa_conferences/Bologna.pdf
- Zoontjens, P. (2001): "Higher education in European space: Companies in a state context". In *European Journal for Education Law and Policy*, 5, 165 – 168

Parte II: Desarrollo de la investigación

E-Learning de las matemáticas: Estado del arte

“El raudal intenso y continua de nuevas cosas leídas sirve para acelerar el olvido de lo que antes se leyó” (Schopenhauer)

1. Introducción

Como se ha visto en el capítulo anterior, 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, 2003), 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 conocimiento basada en un sistema educativo de calidad (Stegmann et al., 2008). 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 et al., 2005).

En este nuevo contexto de educación superior que se está construyendo, tal y como Stegmann et al. (2008) argumentan, las innovaciones y cambios metodológicos o de contenidos relacionados con la formación en matemáticas –ámbito de formación que es transversal a titulaciones de ingenierías, ciencias sociales y ciencias experimentales–, vienen caracterizados por

tres factores predominantes (**Figura 3.1**): (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 este área de conocimiento.

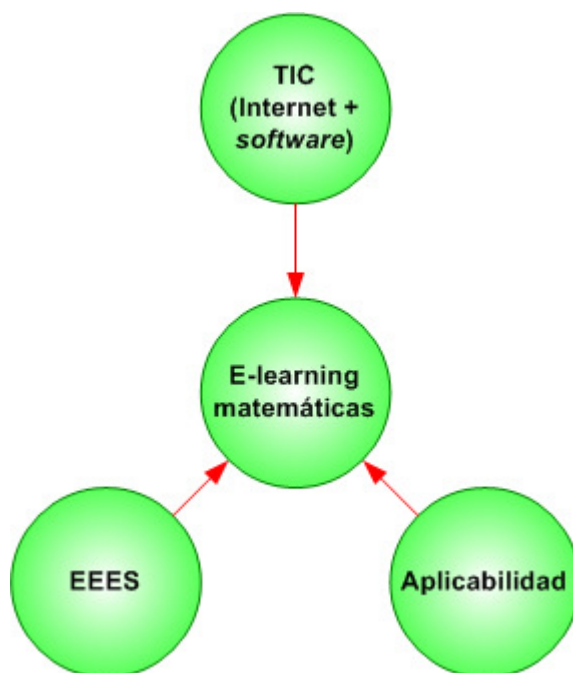


Figura 3.1: Factores predominantes en la formación matemática online

2. Una nueva era para la enseñanza de las matemáticas en Europa

Queda claro, pues, después de lo expuesto anteriormente, que la proliferación de ordenadores personales, la continua evolución de productos informáticos –en términos de *hardware* y *software*– y el fenómeno de Internet han engendrado en los últimos años una serie de transformaciones que están ayudando a redefinir el panorama educativo universitario en todas las ramas del conocimiento, y especialmente en el área de Matemáticas y Estadística. En un nivel global, numerosos grupos de enseñanza han enfatizado en cuán importante es el uso de las tecnologías para mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas (*Conference Board of the Mathematical Sciences, Mathematical Association of America, Mathematical Sciences Education*

Board, National Council of Teachers of Mathematics, etc.). Además, como recomiendan ciertos autores (Kersaint, 2003; Chao, 2003), el uso de estas tecnologías representan un factor clave en el futuro de la educación matemática.

En lo que concierne a las áreas de Matemáticas y Estadística, las reformas educativas están siendo extendidas en educación online pura y presencial. Por ejemplo, muchos profesores están siendo alentados para probar nuevas estrategias de enseñanza basadas en soporte online, enseñanza colaborativa interdisciplinaria e integración del *software* estadístico en sus cursos (Hardin y Ellington, 2005; Leon et al., 2006; Faulin et al., 2009). También diversos departamentos universitarios a nivel mundial están trabajando en nuevos currículos atractivos que requieren promover la comprensión conceptual de los estudiantes en vez de los principales conocimientos procesales. La meta aquí es incrementar las habilidades de los estudiantes para resolver problemas en la vida real en los sectores de industria y servicios, así como sus habilidades en la aplicación de soluciones para mejorar los resultados de una empresa u organización (Camm, 2007). Por supuesto, esta tarea no es fácil y deben ser afrontados numerosos desafíos. Muchos de estos retos son propios de la naturaleza intrínseca de los llamados estudiantes “de la generación de Internet”, mientras que otros pueden ser causados por la propia área de conocimiento.

En términos de las universidades españolas, existe un obvio creciente interés por parte de los departamentos de Matemáticas y Estadística en incorporar tecnologías de la información (TIC) en la enseñanza de los diferentes cursos de los estudios (Huertas et al., 2008). La intensificación de las TIC en general y el uso de Internet en particular han traído consigo la aparición de numerosos espacios de enseñanza virtuales para las matemáticas que, en muchos casos, fortalecen o complementan los métodos de enseñanza basados en la presencialidad. En paralelo a la aparición de estos espacios virtuales, también existe un, cada vez más intenso e integrado curricularmente, uso del *software* matemático y estadístico que alienta a los estudiantes para ser más creativos –ofreciéndoles la oportunidad de experimentar y de trabajar con avanzados conceptos y técnicas–, y pone de relieve el aspecto aplicado de las matemáticas y de la estadística en modelar y solucionar problemas en otras áreas de conocimiento.

Mientras tanto, tal y como está mencionado en el capítulo anterior, el otro factor principal que ha contribuido decisivamente en la transformación de la educación superior es el nacimiento del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En efecto, las universidades europeas actualmente están sufriendo cambios importantes, movidos por la implementación de un marco cultural europeo que impone la necesidad de mantener y fortalecer una serie de valores éticos y sociales. Esto está siendo alcanzado gracias a la progresiva adaptación de los más recientes cambios tecnológicos y socioeconómicos, y, lo más importante, a la convergencia hacia un sistema universitario europeo integrado. Como han destacado ciertos autores (Mas-Colell, 2003), la principal filosofía que existe detrás del EEES trata de equilibrar los programas de estudio de diferentes países europeos, que debe ser fomentada por la movilidad de los estudiantes y del personal docente entre las universidades europeas y que será muy beneficiosa para lo que el EEES denomina como “aprendizaje mutuo”. Así la construcción de este EEES representa un gran

reto: adaptar las antiguas estructuras –especialmente las tradicionales en la educación superior del campo matemático– para facilitar la transparencia y la comparación de diferentes sistemas universitarios, esfuerzos que están ya siendo realizados por diferentes departamentos de Matemáticas para compartir sus experiencias de enseñanza y unificar el criterio de convergencia del EEES, ofreciéndonos una reflexión de las habilidades generales y específicas que cada área de conocimiento necesita para desarrollar a través del uso de la información matemática y estadística.

Por lo tanto, debido a la influencia del EEES, la nueva configuración de los entornos de aprendizaje –online y basados en la presencialidad– están centrados en los estudiantes que en el profesor, dando como resultado una reducción en el número de clases magistrales e incrementando los grupos de experiencias de trabajo, por ejemplo los aprendizajes colaborativos (Daradoumis et al., 2006). También, existe un mayor énfasis en el papel del profesor como el supervisor del trabajo de los estudiantes, promocionando el uso de todos los tipos de recursos de aprendizaje (páginas web, bibliotecas online, materias de aprendizaje, etc.) y las tecnologías apropiadas para cada materia (*software* específico, plataformas de aprendizaje, etc.). Igualmente, está siendo introducida la adquisición de habilidades y competencias transversales en otras materias. En este sentido, algunos especialistas tienen ya formuladas propuestas que apuntan hacia el fortalecimiento del uso de las matemáticas como una herramienta transversal para utilizar en otras disciplinas (Henderson, 2005).

3. Revisión de la literatura sobre e-learning de las matemáticas

En este apartado se presentan los resultados de algunas experiencias concretas que han permitido impulsar y reorientar la evolución del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación universitaria. No es una recopilación exhaustiva, pero creemos que puede aportar algunas ideas interesantes.

Resulta evidente que dar respuesta a una revisión de la literatura sobre el tema objeto de investigación es una tarea tan importante y crucial como nada trivial, por lo que resulta clave el proceso de documentación y obtención de artículos relevantes que serán analizados durante el desarrollo de esta sección. Por este motivo, se ha realizado la búsqueda a partir de las fuentes de información que a continuación se relacionan:

1. Bases de datos especializadas: *MathDi*, *Math-Net*, *MathSciNet*, *CSIC-ICYT*, *Elsevier*, *Zentralblatt MATH*, *ISI Proceedings*.
2. Revistas: *Educational Studies in Mathematics*, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *Journal of Mathematics Teacher Education*, *Journal of Research in Mathematics Education*

3. Artículos escritos por el grupo de investigación MEL y publicados en diversas revistas y actas de congresos.
4. Libro: Juan, A., Huertas, M., Trenholm, S., Steegmann, C. (2011): *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.

La selección de artículos se ha realizado desde enero de 1999 hasta agosto de 2010, y a partir de una serie de palabras clave o indicadores que se detallan a continuación y que están relacionados con el tema de la investigación. Son los siguientes:

- Aprendizaje colaborativo
- Docencia en ciencias de la salud
- Docencia en ciencias experimentales
- Docencia en ciencias sociales
- Docencia en ingenierías
- E-learning
- Enseñanza de la estadística y la investigación operativa
- Enseñanza de las matemáticas
- Espacio Europeo de Educación Superior
- Estudio de casos
- Formación a distancia
- Formación online
- Formación semi-presencial
- Metodología docente
- Plataformas de formación online
- Sistemas de autoaprendizaje y auto-evaluación
- *Software* matemático-estadístico
- Tecnologías de la información y la comunicación

El objetivo de la revisión de la literatura que se presenta es determinar:

- Los principales indicadores que caracterizan la formación matemática online: integración con la formación presencial, uso de Internet, intranets docentes y *software* específico, interacción entre los diferentes actores y componentes, grado de personalización del proceso de aprendizaje, etc.,
- Los posibles nuevos modelos emergentes de e-learning de las matemáticas,
- El impacto de las TICs en el cambio metodológico y de contenidos,
- La forma de integración con el modelo tradicional, y
- El estado de adaptación de la actividad académica y docente en e-formación de matemáticas a la declaración de Bolonia.

Asimismo los artículos permiten conocer de primera mano aquellas experiencias que se están llevando a cabo en significativas aulas universitarias, sus ventajas, inconvenientes, resultados y su aceptación en el marco de la comunidad universitaria, en general. La importante cantidad de artículos seleccionados (más de 80) pone de manifiesto la vigencia e interés del tema tratado en la investigación.

Por otro lado, esta selección proporciona la recopilación de una gran cantidad de artículos de distintas temáticas que configuran un buen panorama del estado de la docencia de las matemáticas en las universidades a nivel mundial en relación a la integración de las TIC, el uso de *software* matemático–estadístico, los entornos de aprendizaje virtual, la integración al Espacio Europeo de Educación Superior, etc.

Mediante la consulta de artículos en este apartado, los profesores y personas interesadas en el tema pueden ver qué prácticas se están llevando a cabo otras universidades, comparar con las suyas, aprovechar recursos que no conocían, etc. El repositorio de artículos aquí presentados, por tanto, es una de las herramientas que la tesis ofrece, especialmente dentro del ámbito de las matemáticas.

Por cuestiones de espacio, no se incluyen los textos íntegros de los artículos sino sus referencias. Para mayor facilidad de consulta, se han ordenado por ámbitos temáticos a partir de sus contenidos en cuatro grupos específicos. Muchos de los artículos tratan diversos temas a la vez, pero se ha procedido a clasificarlos en aquellos compartimentos en los que focalizan su atención. La clasificación temática responde a los temas que aborda la investigación. Los bloques han quedado configurados de la siguiente forma:

- Uso de *software* matemático/estadístico en docencia. Este apartado contempla aquellas prácticas en el uso de *software* para la docencia que van más allá de las prácticas ya existentes hasta el momento.
- Incorporación de las TIC. En este grupo se recopilan experiencias encaminadas a usar recursos TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), diferentes de *software*, para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información con diferentes finalidades en los procesos de enseñanza–aprendizaje de las matemáticas.
- Uso de entornos de aprendizaje online. Una de las líneas de trabajo más extendida en las universidades es el uso cada vez más frecuente de plataformas de aprendizaje online. Esta tendencia hacia la semi–presencialidad o la no presencialidad es el aglutinante de este apartado, que recopila experiencias y reflexiones al respecto.
- Otros. En este grupo han quedado los artículos que no se adaptan exactamente a los apartados anteriores, aunque su temática sí pertenece al ámbito de estudio. Tratan sobre experiencias particulares, el EEES, aprendizaje colaborativo y uso del idioma inglés, entre otros.

En total se han seleccionado 85 artículos, en ellos se habla de distintas tecnologías utilizadas: el *software* matemático–estadístico, las TIC (internet, páginas web de la asignatura, *tablet PC*, pizarras digitales, etc.), los entornos online de aprendizaje virtual (VLE, del inglés *Virtual*

Learning Enviroment). Decir también que hay artículos cuya propuesta de innovación no pasa por el uso de tecnologías propiamente sino que trata temas tan actuales como el uso del inglés, del EEES, etc. En el gráfico (**Gráfica 3.1**) que aparece a continuación encontramos el número de artículos en los que aparece cada uno de los bloques:

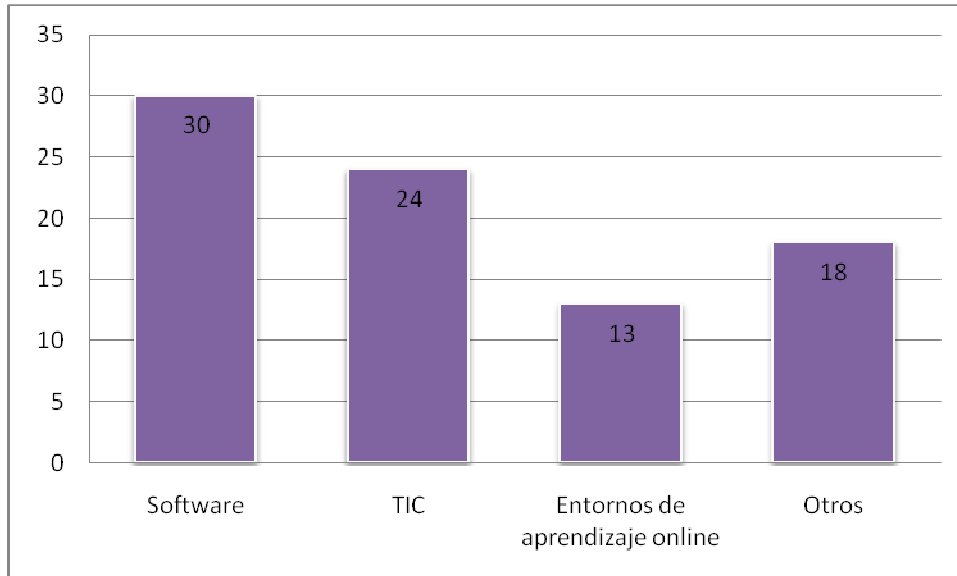


Gráfico 3.1: Distribución de los artículos por bloques

En la siguiente tabla (**Tabla 3.1**) se aprecia la cantidad de artículos y su clasificación:

Tabla 3.1: Clasificación, número y porcentaje de los artículos seleccionados

Uso de <i>software</i> matemático/estadístico en docencia	30	35%
Incorporación de TIC	24	28,5%
Uso de entornos de aprendizaje online	13	15,5%
Otros	18	21%
TOTAL	85	100%

Uso de *software* matemático–estadístico

Uno de los pilares sobre los que se construye el cambio que actualmente se está dando en el ámbito de la docencia de las matemáticas es el uso de *software* para la enseñanza. Aunque ya hace años que el *software* se usa en las aulas y laboratorios matemáticos, el contexto actual impulsa nuevos enfoques y nuevos usos, especialmente vinculados a Internet.

En este estudio cuando hacemos referencia a *software* matemático–estadístico nos referimos a dos tipos de *software*:

1. *Software* matemático o sistema de álgebra computacional (CAS, del inglés *computer algebra system*) que es un programa de ordenador que facilita el cálculo simbólico. La

principal diferencia entre un CAS y una calculadora tradicional es la habilidad del primero para trabajar con ecuaciones y fórmulas simbólicamente, además de numéricamente, como por ejemplo manipulación de la forma de las expresiones (factorización, reescritura de un cociente de polinomios, reescritura de funciones trigonométricas, etc.), operaciones con matrices, resolución de ecuaciones, cálculo de límites de funciones, cálculo de derivadas e integrales indefinidas, definidas y algunas transformadas, aproximación de funciones, etc.

2. *Software* estadístico o paquete estadístico que es un conjunto de programas de ordenador especializados para el análisis estadístico. Permite obtener los resultados de procedimientos estadísticos estándares y pruebas de significación estadísticas, sin requerir programación numérica. La mayor parte de los paquetes estadísticos también proporcionan facilidades para la gestión de datos. Algunos de estos paquetes de *software* estadístico son: *EViews*, *GNU Octave*, *Minitab*, *SPSS*.

De los 85 artículos recibidos, hay 30 (35%) en los cuales se explica del uso de uno o varios *software* matemático–estadísticos. El uso del *software* matemático–estadístico puede significar un cambio en la metodología de la asignatura o simplemente un complemento a la docencia.

De los 30 artículos donde la tecnología que aparece es el *software* matemático–estadístico, hay 19 artículos (63%) que nos explican de forma más o menos directa que el uso de este *software* significa un complemento en la docencia.

Comenzamos exponiendo los resultados de algunos estudios en los cuales el *software* matemático–estadístico es tratado como un complemento a la docencia. En esta área destacan los trabajos de **Alcázar, et al. (2011)**, de **Badger et al.(2011)** y **Cherkas, B. et al (2011)**. En el primero se presenta el desarrollo de un *software*, *Wiris*, centrado en el aspecto más pedagógico así como su implementación en diferentes cursos de la Universidad de Alcalá de Henares (España). Por su parte, el segundo artículo utiliza el *software* llamado *Stack* como complemento a la docencia, para tratar el tema de las ecuaciones. Y en el tercer caso, los autores relatan las prácticas realizadas con *software* matemático. En las tres experiencias se concluye que una gran característica de los *softwares*, entre otras, es que se trata de un muy buen asistente matemático.

Bakhoun (2008) relata cómo utiliza *Flash* como asistente en un curso dedicado a los profesores universitarios de ingenierías; **Blyth y Labovic (2009)** así como **Jones (2007)** y **Hřebíček et al. (2004)** hacen lo propio con *Maple*, esto es, hacen uso de este programa como asistente en la enseñanza del álgebra en las ingenierías. Por su parte, **Karagiannis et al. (2006)** describen el uso de *Matlab* para facilitar la enseñanza de las matemáticas en un curso de álgebra. En los tres casos expuestos se destacan los beneficios del *software* como asistente matemático, entre otras muchas ventajas.

Bringslid (2002) y **Foster (1999)**, por su parte, relatan el desarrollo de *MathML* y *Java* para hacer posible una calculadora avanzada usando matemáticas numéricas, gráficas y simbólicas para los estudiantes de ingenierías.

Asimismo, por un lado, **Croft et al. (2001)** explican los usos de lo que ellos denominan un CAA, *computer assisted assessment*, sin especificar ninguno en concreto, en el primer curso de ingenierías y, por otro, **Neurath y Stephens (2006)** utilizan Excel como ayudante para los trabajos relacionados con álgebra para también los mismos alumnos.

Misfeldt y Sanne (2011) describen el *software* Delta para realizar fórmulas, dibujos y otras representaciones matemáticas de cara a ayudar a los alumnos de cursos de comunicaciones.

Un trabajo interesante es el de **Pinto et al. (2007)** en que describen el Proyecto Matemática Ensino en donde se desarrolla el *software* TDmat (*Teste Diagnóstico de Matemáticas*) usado para realizar encuestas con simbología matemática.

Es de destacar, asimismo, el trabajo de **Seiler y De Bra (2004)** en que realizan un estado del arte en e-learning de las matemáticas. Esta recopilación fue presentada en el *First WebALT Conference and Exhibition – WebALT2006*, Eindhoven, 5–6 Enero 2006.

Por otro lado, **Smith y Ferguson (2004)** explican el uso del *software* NetTutor en un grupo experimental, frente a otro de control, durante dos semestres. Las conclusiones a las que se llega en este artículo es que el *software* es efectivo para la notación matemática, principalmente.

Por último, destaca el trabajo de **Tariq y Jackson (2008)** en que comentan el programa llamado Biomathtutor y su evaluación de esta nueva fuente como soporte a las matemáticas de las biociencias.

Considerando ahora los 11 artículos restantes (37%), esto es, en los que el *software* matemático–estadístico incide en la docencia destacan los trabajos de **Bringslid y Norstein (2008)** en que evalúan la incidencia de diferentes módulos de álgebra, llamados *Steplets* y realizados mediante el *software* Mathematica, en el primer curso de ingeniería. Asimismo, **Cavanaugh et al. (2006)**, así como **Jacobs (2005)**, relatan la experiencia de un curso de álgebra online en que se utilizó una serie de herramientas interactivas virtuales, todas ellas relacionadas con álgebra. Por su parte, **Juan et al. (2011)** describen los e–repositorios como perfectos complementos metodológicos para otras tecnologías tales como *software* estadístico, sistemas de gestión del aprendizaje y otras fuentes de Internet.

En otra línea está el trabajo de **Lim et al. (2009)** en que se describen las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas después de cursar la asignatura de Matemática Aplicada asistida por *software*. Los resultados demostraron que la principal actitud fue la de entusiasmo hacia esta disciplina.

Melis y Siekmann (2005) describen el *software* ActiveMath desde un punto de vista pedagógico, haciendo especial énfasis en las necesidades que todo *software* matemático tiene.

El estudio de **Tempelaar et al. (2011)** describe y evalúa el proceso de traspaso de los estudiantes entre el nivel de secundaria postobligatoria y el nivel universitario asistido por un *software* tutorial llamado Aleks, llevado a cabo en la Universidad de Maastricht (Holanda). El resultado fue muy positivo y la mayoría de los estudiantes afirmaron utilizar este programa.

Otro trabajo interesante es el de **Tonkes et al. (2009)** en que muestra la incidencia del programa PPLN (*Partially populated lectura notes*), creado en la Universidad de Brisbane

(Australia), para la lectura de fórmulas y simbología matemática en el primer curso de los estudios de matemáticas.

Tonkes et al. (2005) relatan como el *software* Matlab incide en la enseñanza de la asignatura de Análisis Numérico después de que la Universidad de Queensland (EE.UU.) lo haya adoptado como programa oficial de sus estudios. **Oates et al. (2005)** explican una experiencia muy similar a ésta pero realizada en la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda).

En el caso del *software* matemático–estadístico, a tenor de lo que aparece en los artículos seleccionados, no hay un *software* que claramente sea el más utilizado en las universidades de este estudio. No obstante, el *software* más común en los artículos destacado es Maple, seguido por Matlab y Wiris. El resto del *software* matemático–estadístico citados – Flash, Stack, Excel,... – también aparecen en un artículo cada uno de ellos pero en menor importancia que los primeros.

A modo de resumen, los cambios que aporta el uso del *software* matemático–estadístico, según se menciona en los artículos seleccionados, son:

- Permiten simular, y por consiguiente abren la posibilidad de trabajar aspectos que anteriormente eran difíciles de trabajar, o en algunos casos sólo podían estudiarse en algunos ejemplos concretos. Ahora, con el *software* matemático–estadístico, se pueden generar tantos casos diferentes como sea necesario.
- Permiten dibujar en 3D fácilmente, por lo que permite, profundizar en otro tipo de ejercicios y sobre todo en los conceptos que hay detrás.
- Permiten trabajar con ejercicios contextualizados (“de la vida real”). Al tratarse de datos reales las interpretaciones también son más realistas, y consecuentemente motivadoras. Permiten trabajar más el concepto, más que el propio algoritmo, lo que conlleva un grado de profundidad mayor.
- Permiten modificar la evaluación, incorporando el uso de *software* (y de ordenador).
- La programación del *software* pasa a ser una actividad por sí misma: se puede modificar, trabajar...

Incorporación de las TIC

En este estudio cuando hacemos referencia a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se alude a las tecnologías emergentes que habitualmente se identifican con las siglas TIC y que hacen referencia a la utilización de medios informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información con diferentes finalidades y no únicamente con la finalidad educativa. En este estudio, en particular, encontramos tecnologías como *Tablet PC*, calculadora gráfica, pizarra digital interactiva, pizarra electrónica, videos didácticos, videos y DVD, telefonía por Internet (*skype*) y páginas web.

Asimismo, Internet se ha convertido hoy en día en una herramienta extremadamente importante en cualquier campo, especialmente en la docencia, no solamente como repositorio mundial de contenidos sino también como herramienta de comunicación y búsqueda de información. Un uso adecuado de esta herramienta favorece el aprendizaje de competencias

genéricas y transversales que los alumnos van a necesitar en su futuro laboral. Por esta razón, universidades y profesores integran el uso de Internet en su docencia.

El uso de TIC aparece en 24 artículos (28,5%), se observa que en algunos casos el uso de las TIC significa una modificación de la metodología “tradicional”¹, mientras que en la mayoría de los casos no se observa ninguna modificación.

En 14 de los 24 artículos (58%), el uso de las TIC es un elemento esencial de la “nueva” – en el sentido de diferente a la “tradicional” – metodología que se está llevando a cabo. Empezamos con los artículos de **Bhaird y O’Shea (2011)** y **Caprotti et al. (2005)** en que se discute la importancia de las TIC en la enseñanza de las matemáticas (en el segundo trabajo se concreta en la evaluación). Siguiendo con esta misma línea está el artículo de **Divjak (2011)** en que se presenta el estudio del caso de implementación de las TICs en varias asignaturas de carácter matemático basadas en el modelo e-learning.

Haciendo referencia a las TICs está el trabajo de **Engelbrech y Harding (2005)** en que, por una parte, se presentan algunas de las tecnologías presentes en la web relacionadas con la enseñanza de las matemáticas (LaTeX, Tex, MathML, Math Archives, etc.) y, por otra, se discuten algunas implicaciones que este modelo de enseñanza de las matemáticas conlleva. En el trabajo de **Faulin et al. (2009)** se presentan algunos beneficios y oportunidades relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de la investigación operativa en ambientes virtuales y como las TIC ofrecen nuevas vías para enseñar y aprender esta materia. En esta misma línea está el trabajo de **Juan et al. (2009)** en que se centra en la experiencia del caso de la investigación operativa y la estadística impartidas en la UOC.

Los dos artículos de **Foster (2006 y 2007)** tratan el tema de las TIC en las matemáticas. El primero realiza una evaluación de las TIC para la enseñanza y aprendizaje de esta materia y el segundo se centra concretamente en el caso de la estadística, pero también tratada desde un punto de vista de las TIC.

Galbraith (2006) identifica y evalúa el impacto de varias TIC de cara a la enseñanza de las matemáticas, partiendo de la situación actual ofrece una visión de futuro así como sus oportunidades. Centrado en el papel del profesorado online está el estudio de **Jarvis (2011)** en que se muestran una serie de estrategias para no perderse por el mundo de las tecnologías y la educación matemática.

El estudio de **Juan et al. (2006)** presenta el proyecto e-Math cuya finalidad es fomentar y difundir la utilización e integración de las herramientas tecnológicas actuales (Internet y software especializado) en los currículos de varias asignaturas cuantitativas aplicadas.

Por último, los artículos de **Miner (2001 y 2003)** realizan un recorrido del estado de las matemáticas en la Red, el primero centrado en la enseñanza a distancia de esta materia, apoyada por las TIC, y el segundo basado en la interactividad de las matemáticas.

¹ Como ya se ha comentado anteriormente, consideramos metodología tradicional a las clases presenciales en las que se usa principalmente la pizarra. Clases magistrales en las que se proponen ejercicios que se resuelven parcial/totalmente en la pizarra, y en las que no hay aprendizaje personalizado ni individualizado.

En 7 artículos seleccionados (29%) no se aprecia que las TIC modifiquen la metodología tradicional, sino que complementa la docencia. En esta línea está el artículo de **Fister y McCarthy (2007)** en que se revisa la enseñanza de las matemáticas y el uso del *tablet PC* y se observa que, a pesar del uso de esta tecnología, no se ha variado la didáctica. Asimismo el trabajo de **Graham et al. (2007)** realiza una investigación entre los alumnos sobre si el uso de calculadoras gráficas mejoran sus expectativas de estudio. **Jarkko (2006)** clarifica cómo las TIC afectan las actitudes de los alumnos hacia la disciplina y el estudio de las matemáticas y la estadística. El resultado del trabajo demuestra que las tecnologías no son una particular atractiva plataforma para el estudio de la asignatura.

Por su parte, **Lokar et al. (2011)**, desarrolla un nuevo paradigma para el aprendizaje de las matemáticas acompañado de una serie de herramientas de fácil creación por lo que se refiere a contenido y su adaptación a las necesidades de los profesores y alumnos. Asimismo, en el trabajo de **Silverman (2011)** se discute su perspectiva sobre el conocimiento matemático para la enseñanza y se presenta un modelo emergente para desarrollar este conocimiento, basado en la colaboración online.

Asimismo hay 3 (13%) artículos, los restantes, que no se adaptan a los apartados anteriores aunque sí tratan el tema de la incorporación de las TIC en la docencia. Se trata de los estudios de **Muller et al. (2009)**, **Schneckenberg (2009)** y **Abramovitz et al. (2011)**. En el primero se compara el uso de las TIC en dos departamentos de matemáticas bien diferentes, uno es el de la Facultad de Ingenieros de la Universidad de Pécs (Hungría) y otro es el de la Facultad de Matemáticas y Ciencias de la Universidad de Brock (Canadá). Se realiza una descripción de cómo estos departamentos han implementado, y como ha impactado, la integración de las tecnologías en sus programas. El segundo trabajo parte del estado del e-learning en las universidades europeas y argumenta algunas de las barreras tecnológicas que se presenta para la complementa implementación de las TIC en los estudios universitarios europeos. Por último el artículo de Abramovitz realiza una comparativa entre el e-learning y el b-learning (*blended learning*), la enseñanza semi presencial, en los estudiantes de ingeniería de Israel, esto es, primeramente identifica el concepto de b-learning y describe la experiencia llevada a cabo con esta metodología.

Las TIC que más habituales en los artículos son: recursos de Internet (7 artículos), repositorios–contenedores (3 artículos), *tablet PC* y calculadoras gráficas (2). Es de indicar que sólo en el caso del uso del *Tablet PC* significa un cambio en el modelo metodológico tradicional permitiendo a los alumnos no tener que tomar apuntes al tener una vez finalizada la clase todo lo escrito en el ordenador, substituyendo al encerado de tiza o rotulador.

Uso de entornos de aprendizaje online (VLE)

Se entiende en este estudio por entorno de aprendizaje virtual (VLE, del inglés *Virtual Learning Environment*) todo sistema de *software* diseñado como plataforma para la enseñanza y el

aprendizaje, en este sentido conviene no confundirlo con un Entorno de Aprendizaje Gestionado (MLE, del inglés *Managed Learning Environment*) donde el foco está en la gestión de recursos educativos. Un VLE funciona normalmente en Internet y proporciona una colección de herramientas y servicios para la evaluación (especialmente los tipos con corrección automática o como elección múltiple), para la comunicación (correo electrónico y foros de comunicación virtuales), para el trabajo en grupo, cuestionarios, herramientas de seguimiento y similar. Originalmente fueron creados para la educación a distancia online aunque también se usan también como complemento para la enseñanza presencial.

El uso de entornos virtuales de aprendizaje está cada vez más extendido en el ámbito de las universidades españolas, no solamente por el interés de la comunidad universitaria por este tipo de herramientas, sino también porque en muchas ocasiones responde a iniciativas institucionales.

La mayoría de artículos aportados describen experiencias concretas en el uso de entornos virtuales que complementan la formación presencial y se mueven hacia entornos de aprendizaje semi-presencial. En este contexto, se hace especial hincapié en aquellas características que suponen mejoras respecto a experiencias docentes anteriores, en concreto en las herramientas de comunicación y de autoaprendizaje que incorporan los distintos entornos virtuales.

Los autores exponen sus puntos de vista, sus experiencias, las ventajas e inconvenientes que estas nuevas herramientas pueden suponer.

De los 85 artículos seleccionados, hay un 15,5% (13 artículos) que hablan del uso de un VLE. Se observa que el uso que se da estos VLE, en ocasiones es a modo de complemento² a la docencia, mientras que en otros artículos se presentan la VLE como ejes de un cambio en la metodología de la asignatura.

Empezamos tratando los artículos donde los VLE se usan como complemento a la docencia. En este sentido destaca el estudio de **Cantoral y Farfán (2003)** en que se muestra la evolución de la enseñanza matemática, desde la forma más tradicional hasta los entornos online actuales, en que se usa Moodle.

Tratando este mismo último tema, aparece el trabajo de **Chao y Miller (2003)** y **Lopez-Morteo y López, (2007)**. En el primero se describe el entorno de aprendizaje EMOL (*Effective Math Online Learning*), su funcionamiento y su implementación en la Universidad de Singapur. Y en el segundo se hace lo mismo con el entorno de aprendizaje IIRM (*Interactive Instructors of Recreational Mathematics*). Asimismo, **Wang et al. (2005)** relatan el entorno de aprendizaje llamado WME (*Web-based Mathematics Education System*), así como sus ventajas y potenciales de uso.

Por su parte, **Kruszel (2005)** relata un entorno de aprendizaje pero en este caso no se trata de un entorno online sino de educación a distancia realizado en la Universidad de Montana (EE.UU.) y **Holm (2008)** describe un entorno de aprendizaje interactivo, Moodle, que conlleva el autoaprendizaje. Por último, cabe destacar el trabajo de **Skouras (2006)** en que describe un

² Entendemos, en este estudio, un complemento a la docencia cuando la tecnología no significa ningún cambio sustancial en la docencia que se estaba llevando a cabo hasta el momento, y sirve sólo para facilitarla.

entorno de aprendizaje en el que se utiliza la tecnología directamente relacionada con conceptos de las matemáticas tales como “límite” o “convergencia y divergencia de sucesiones”, y también basado en tecnología Moodle.

Por otro lado, dentro de los artículos seleccionados en los cuales los VLE inciden³ en la docencia destacan los de **Albano (2011)** y el de **Wang et al. (2011)**. El primero se refiere a la integración de un entorno virtual de aprendizaje en las matemáticas. Su principal objetivo es ofrecer una perspectiva de las oportunidades que ofrecen este tipo de entornos respecto de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Por su parte, el segundo artículo relata la incidencia del entorno de aprendizaje virtual matemático con la interacción humana, esto es, realiza un estudio de los factores que afectan a la relación humana con las matemáticas tales como entrevistas y cuestionarios a los alumnos, observación del aula virtual y documentación añadida.

Muy interesante es el artículo de **Llarull (2000)** en que se describe un entorno de aprendizaje virtual para enseñar y aprender matemáticas en el que es posible escribir expresiones matemáticas y consultar sitios web matemáticos, entre otros.

El trabajo de **Zembat (2008)** compara los efectos de un entorno de aprendizaje virtual con otro entorno que el autor llama “lápiz y papel” sobre el concepto de derivadas. Entre sus resultados destaca que los alumnos progresaron positivamente en ambos casos, y, en el caso del entorno virtual, éstos tuvieron algunos problemas principalmente con las herramientas tecnológicas. Asimismo, **Murfin (2001)** compara los estudios de matemáticas y de ciencias en un entorno de aprendizaje virtual colaborativo (CVLE). Se compraron los *feedbacks* de los estudiantes usando métodos cualitativos.

De los 13 artículos donde los VLE son el eje de la innovación que se presenta, vemos que en 8 artículos (62%) los VLE se utilizan como complemento a la docencia. Mientras, que en los 5 artículos restantes (38%), los VLE podemos considerar que inciden la docencia.

Claramente hay un VLE predominante en la docencia universitaria, y este es Moodle. Moodle es el entorno más habitual entre los artículos recibidos, puesto que hay diversos artículos que se comenta su uso. Asimismo también se presentan otras plataformas como WME y CVLE, pero sólo aparecen en un único artículo respectivamente.

Otros

En este grupo han quedado los artículos que no se adaptan exactamente a los apartados anteriores, aunque su temática sí pertenece al ámbito de estudio, y son valiosos para completar una visión general del tema estudiado.

Bajo este título se agrupan aquellos artículos centrados en temas eminentemente metodológicos, en especial en los procesos de enseñanza–aprendizaje, experiencias innovadoras, planes piloto y diseño de asignaturas y enfocados a la adaptación de asignaturas de matemáticas

³ Entendemos, en este estudio, que la tecnología incide en la docencia, cuando su uso pasa a ser el eje vertebrador de la docencia que se imparte.

al Espacio Europeo de Educación Superior ya que, como se observa, los departamentos de matemáticas de las universidades están llevando a cabo este proceso de readaptación de distintas formas. Asimismo, los artículos que componen este grupo tratan de materias diversas como la educación a distancia, el uso del inglés como lengua extranjera y el aprendizaje colaborativo.

En este caso, la razón por la que se han destacado estos artículos es que el Espacio Europeo de Educación Superior supone, entre otras cosas, la creación de un espacio de movilidad dentro de la Unión Europea, en el que docentes, investigadores y alumnos puedan interactuar a nivel internacional. Por este motivo, el uso del idioma inglés y el aprendizaje colaborativo se perfilan como una herramienta altamente necesaria y, por tanto, la universidad debe potenciar sus usos a todos los niveles.

Los temas que se encuentran en estos artículos son:

- Experiencias innovadoras: 9 (50%)
- Espacio Europeo de Educación Superior: 4 (21%)
- Educación a distancia: 3 (17%)
- Uso del inglés como lengua extranjera: 1 (6%)
- Aprendizaje colaborativo: 1 (6%)

Empezaremos con los artículos que tratan sobre el EEES. En este sentido destacan los trabajos de **Merino (2010)**, **Juan (2011)**, **Steggmann et al. (2008)** y **Huertas et al. (2008)**. Mientras que en el primero se especifican los principales aspectos de la implementación del EEES en la enseñanza de las matemáticas, en el segundo y tercer artículos se tratan los aspectos clave del e-learning de las asignaturas universitarias de carácter matemático–estadístico, entre los que se destaca el punto de vista de la implementación del EEES en las universidades españolas por parte de los profesores.

Por lo que respecta a la educación a distancia destacan los artículos de **Lai et al. (2003)**, **Mayes (2004)** y **Zirkle (2009)**. En el primero se presenta, por una parte, una exhaustiva revisión de la literatura referente a la enseñanza a distancia, enseñanza flexible y enseñanza abierta. Y, por otro lado, se realiza una comparativa entre los tres modelos de aprendizaje. Siguiendo en esta misma línea está el artículo de Mayes en que se hace una revisión de la literatura de la educación a distancia desde un punto de vista matemático. Y Muy interesante es el tercer artículo, el de Zirkle, en que se presenta el estado del arte de la educación a distancia desde el punto de vista de los estudios técnicos y científicos.

Antes de abordar los diez artículos referentes a experiencias innovadoras, comentaremos el trabajo de **Fayowski y MacMillan (2008)** en que se realiza una evaluación del aprendizaje colaborativo en el primer curso de cálculo con métodos cuantitativos tales como ANCOVA. Por otro lado también comentamos el estudio de **Barton et al. (2005)** en que trata el tema del aprendizaje de las matemáticas en inglés en aquellos estudiantes que tienen a este idioma como segunda lengua (EAL, *English as an Additional Language*).

A continuación pasamos a tratar los artículos que tratan sobre experiencias innovadoras. En este sentido empezaremos con el trabajo de **Juan et al. (2008)** en que se presenta, por un

lado, una revisión del estado del arte en e-learning de las matemáticas y algunas experiencias en esta área llevadas a cabo en las últimas décadas en la UOC. Por otro lado, también se describen y analizan algunos aspectos clave del modelo de e-learning de las matemáticas en la UOC y su evolución histórica. Siguiendo en este mismo campo está el artículo de **Huertas et al. (2006)** en que se presenta la experiencia innovadora llevada a cabo en la UOC a la hora de diseñar cursos on-line matemáticos para los alumnos de Ingeniería Informática de esta institución. Muy interesante, y también en la misma línea, está el trabajo de **Huertas et al. (2006)** en que se abordan las universidades que ofrecen e-learning de las matemáticas, sus beneficios y oportunidades, los aspectos metodológicos y tendencias futuras para finalizar adentrándose en el caso de la UOC.

En otra línea, pero dentro del mismo campo, es de destacar el artículo de **Fonseca et al. (2009)** en el que se analizan varios casos relacionados con tres universidades españolas (Universidad de Lleida, Universidad Pública de Navarra y UOC) que utilizan la WWW para enseñar cursos online de simulación. Las tres instituciones representan un buen ejemplo de cómo las TIC pueden ser usadas en los sistemas universitarios actuales y, en particular, en el área de enseñanza de la simulación.

Asimismo también resultan interesantes los trabajos de **Alexander et al. (2006)**, de **Loch (2011)**, **Meletiou–Mavrotheris (2011)** y **Miller (2011)**. En el primero se abordan las matemáticas para las ingenierías informáticas, sus problemas y sus soluciones mediante una encuesta realizada a un gran número de profesores de la Escuela de Matemáticas y Estadística de la Universidad de Birmingham (Reino Unido). El segundo presenta un caso de integración de las TIC como ayuda al aprendizaje de los alumnos en el primer curso de investigación operativa en un modelo universitario dual: presencial y a distancia. El trabajo de Meletiou–Mavrotheris es interesante ya que, desde el punto de vista del profesorado, presenta una visión general de las principales experiencias realizadas en un estudio sobre comunidades de prácticas online en un curso de estadística. Asimismo, el artículo de Miller presenta un modelo para los alumnos de discusión asincrónica en un curso de contenidos matemáticos siempre bajo un punto de vista de los profesores.

Por último, pero no de menor importancia, está el trabajo de **Cretchley (2009)** en que se realiza una investigación sobre la efectividad de la enseñanza en las universidades australianas, pero desde un punto de vista de las matemáticas impartidas en los estudios de ingeniería y ciencias.

Referencias

Abramovitz, B.; M., Berezina, M., Berman, A., Shvartsman, L. (2011): "A blended learning approach in mathematics". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.),

- Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Albano, G. (2011): "Mathematics education: teaching and learning opportunities in blended learning". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Alcázar, J. G., Marvá, M., Orden, D., San Segundo, F. (2011): "Information and Communication Technologies in Math Refresher Courses: Experiences at the Universidad de Alcalá, Spain." In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Alexander, S., Bishop, P., Crawford, E., McCartney, M. (2006): "Mathematics for computer scientists: problems and solutions". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:5, 505 — 513
- Badger, M., Sangwin, C. J. (2011): "My equations are the same as yours!: computer aided assessment using a Gröbner basis approach" In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Bakhoun, E. G. (2008): "Animating an equation: a guide to using FLASH in mathematics education". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:5, 637 — 655
- Barton, B., Chan, R., King, C., Neville-Barton, P., Sneddon, J. (2005): "EAL undergraduates learning mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 721 — 729
- Bhaird, C., O'Shea, A. (2011): "The Role of Technology in Mathematics Support". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Blyth, B., Labovic, A. (2009): "Using Maple to implement eLearning integrated with computer aided assessment". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:7, 975 — 988
- Bringslid, O. (2002): "Mathematical E-Learning Using Interactive Mathematics on the Web". In *European Journal of Engineering Education*, 27:3, 249 – 55
- Bringslid, O., Norstein, A. (2008): "Teaching mathematics using Steplets". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:7, 925 — 936
- Camm, J. (2007): "O.R. in the Classroom – Get Real!" In *OR/MS Today*, 34(4), 34 – 37
- Cantoral, R., Farfán, R. (2003): "Mathematics education: A vision of its evolution", In *Educational Studies in Mathematics*, 53, 255–270
- Caprotti, O., Carlson, I., Seppälä, M., Strotmann, A. (2005): "Web Advanced Learning Technologies for Assessment in Mathematics". In *Proceedings Book of the 3rd International Conference*

- on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, m-ICTE2005.
- Carrasco, A., García, E., De la Iglesia, C. (2005): "Las TIC en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Dos experiencias docentes en teoría económica". En *Revista Iberoamericana de Educación*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.rieoei.org/tec_edu36.htm
- Cavanaugh, C., Gillan, K., Bosnick, J., Hess, M. (2006): "Effectiveness of Online Algebra Learning: Implications for Teacher Preparation". In C. Crawford et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2006* 284 – 290
- Chao, J. (2003): "Effective math online learning (EMOL)". In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 1, 3061 – 3064
- Chao, Y.C., Miller, G. (2003): "Effective Math Online Learning (EMOL)". In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*, 3061 – 3064
- Cherkas, B., Welder, R. M. (2011): "Interactive web-based tools for learning mathematics: Best practices". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Cretchley, P. (2009): "Are Australian universities promoting learning and teaching activity effectively? An assessment of the effects on science and engineering academics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:7, 865 – 875
- Croft, A. C., Danson, M., Dawson, B. R., Ward, J. P. (2001): "Experiences of using computer assisted assessment in engineering mathematics". In *Computers and Education*, 37: 1, 53 – 66
- Daradoumis, A., Xhafa, F., Juan, A. (2006): "A Framework for Assessing Self, Peer and Group Performance in e-Learning". In *Self, Peer and Group Assessment in E-Learning*. Idea Group Press, Hershey, PA.
- Divjak, B. (2011): "Implementation and evaluation of learning outcomes in mathematics by using e-learning". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Engelbrecht, J., Harding, A. (2005): Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 2: Attributes and Possibilities. *Educational Studies in Mathematics*, 58:2, 253 – 276
- Faulin, J., Juan, A., Fonseca, P., Pla, L., S. Rodríguez (2009): "Learning Operations Research online: benefits, challenges and experiences". In *International Journal of Simulation and Process Modeling*, 5:1, 42 – 53
- Fayowski, V., MacMillan, P. D. (2008): "An evaluation of the Supplemental Instruction programme in a first year calculus course". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:7, 843 – 855

- Fister, K., McCarthy, L. (2007): "Mathematics instruction and the tablet PC". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:3, 285 — 292
- Fonseca, P., Pla, L., Juan, A., Faulin, J., Rodriguez, S. (2009): "Simulation Education in the Internet Age: Some experiences on the use of pure online and blended learning models". In *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC09)*, 299 – 309, Austin, Texas, USA. December 13–16
- Forster, P. (2006): "Assessing technology-based approaches for teaching and learning mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:2, 145 — 164
- Forster, P. (2007): "Technologies for teaching and learning trend in bivariate data", In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38:2, 143 — 161
- Foster, K. (1999): "Math on the Internet". In *Spectrum – IEEE*, 36:4, 36 – 40
- Galbraith, P. (2006): "Students, mathematics, and technology: assessing the present – challenging the future". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:3, 277 — 290
- Graham, E., Headlam, C., Sharp, J., Watson, B. (2007): "An investigation into whether student use of graphics calculators matches their teacher's expectations" In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:2, 179 — 196
- Hardin, J., Ellington, A. (2005): "Using Multimedia to Facilitate Software Instruction in an Introductory Modeling Course". In *INFORMS Transactions on Education*, 5:2
- Henderson, P. (2005): "Mathematics in the Curricula". In *SIGCSE Bulletin*. 37:2. SIGCSE. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://delivery.acm.org/10.1145/1090000/1083449/p20-henderson.pdf?key1=1083449&key2=3041981711&coll=&dl=acm&CFID=15151515&CFTOKEN=6184618>
- Holm, C. (2008): "eMathematics, an Interactive Digital Learning Environment that Promotes Guided Self-Study". In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008*, 5238 – 5243
- Hřebíček, J., Hřebíčková, J., Mezník, I., Chvátalová, Z. (2004): "E-Learning in teaching of mathematics using Computer Algebra System Maple". In *The Mathematics Education into the 21st Century Project, The Future of Mathematics Education, Pod Teziami, Ciechocinek, Poland, Jun 26 – Jul 1, 2004*
- Huertas, M., Juan, A., Prat, M., Steegmann, C. (2008): "Mathematical E-Learning in the context of the European Space of Higher Education: The Case of the Spanish University System". In *Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008)*, 7001 – 7007. Madrid, Spain, November 17–18.
- Huertas, M., Juan, A., Serrat, C., Corcoles, C., Steegmann, C. (2006): "Math On-line Education: state of the art, experiences and challenges". Abstract in *Proceedings of 2006 International Congress of Mathematicians (ICM 2006)*, 578 – 579. Madrid, Spain. August, 22–30.

- Huertas, M., Juan, A., Steegmann, C. (2006): "Designing Math on-line Courses for CS Students: experiences at the UOC". In Proceedings of First WebALT Conference and Exhibition (WebALT06), 7 – 21. Eindhoven, Holland. Jan, 5–6.
- Jacobs, K. L. (2005): "Investigation of interactive online visual tools for the learning of mathematics". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 36:7, 761 — 768
- Jarkko A. (2006): "How does Web technology affect students'attitudes towards the discipline and study of mathematics/statistics?" In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 37:1, 71 — 79
- Jarvis, D. H. (2011): "Teaching Mathematics Teachers Online: Strategies for Navigating the Intersection of Androgogy, Technology and Reform-based Mathematics Education". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Jones, I. S. (2007): "Computer-aided assessment questions in engineering mathematics using MapleTA®". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 39:3, 341 — 356
- Juan, A., Faulin, J., Fonseca, P., Steegmann, C., Pla, L., Rodriguez, S., Trenholm, S. (2009): "Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia". In B. Olaniran (eds.): *Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*, pp. 298–311. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
- Juan, A., Huertas, M., Steegmann, C., Corcoles, C., Serrat, C. (2008): "Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia". In International Journal of Mathematical Education in Science and technology, 39:4, 455 – 471
- Juan, A., Huertas, M., Steegmann, C., Terradez, M. (2006): "Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas: la experiencia de los estudios de informática y multimedia de la UOC." En Teoría de la Educación: Educación y cultura en la Sociedad de la Información, 7:1 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_juan_huertas_steegman_terradez.htm
- Juan, A., Minguillon, J., Huertas, A., Cavaller, V., Sancho, T. (2011): "Computer-Supported Statistics Courses in Online Environments: adding e-repositories to the equation". In International Journal of Teaching and Case Studies.
- Juan, A., Steegmann, C., Martinez, M., Huertas, M., Simosa, J. (2011): "Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.
- Karagiannis, P., Markelis, I., Paparrizos, K., Samaras, N., Sifaleras, A. (2006): "E-learning technologies: employing Matlab web server to facilitate the education of mathematical programming". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 37:7, 765 — 782

- Kersaint, G. (2003): "Technology beliefs and practices of mathematics education faculty". In *Journal of Technology and Teacher Education*, 11:4, 549 – 577
- Krussel, L. (2005): "What's the Difference? Teaching Mathematics to Standards in a Distance Learning Environment". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://math.unipa.it/~grim/SiKrussel.PDF>
- Lai, K. W., Pratt, K., Grant, A. (2003): "State of the Art and trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature". Report submitted to the Distance Learning Reference Group, University of Otago. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.otago.ac.nz/prodcons/groups/public/documents/webcontent/otago002201.pdf>
- Leon, L., Seal, K., Z. Przasnyski (2006): "Captivate Your Students' Minds: Developing Interactive Tutorials to Support the Teaching of Spreadsheet Modeling Skills". In *INFORMS Transactions on Education*, 7(1).
- Lim, L. L., Tso, T. -Y., Lin, F. L. (2009): "Assessing science students' attitudes to mathematics: a case study on a modelling project with mathematical software". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:4, 441— 453
- Llarull, M. (2000): "Math in a Web Environment". In *Proceedings of International Conference on Mathematics / Science Education and Technology 2000*, 277 – 279
- Loch, B. (2011): "Screencasting for mathematics online learning – a case study of a first year Operations Research course at a dual-mode Australian university". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Lokar, M., Luksic, P., Horvat, B. (2011): "Using Learning Blocks to Prepare E-Content for Teaching Mathematics". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Lopez-Morteo, G., López, G. (2007): "Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects". In *Computers & Education*. 48:4, 618 – 641
- Mas-Collell, A. (2003): "The European Space of Higher Education: Incentive and Governance Issues". In *Rivista di politica economica*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.tau.ac.il/~razin/Mas-Colell.pdf>
- Mayes, R. (2004): "Review of Distance Education Literature." Appalachian Collaborative Center for Learning. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED484862.pdf>
- Meletiou-Mavrotheris, M. (2011): "Online Communities of Practice as Vehicles for Teacher Professional Development". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.

- Melis, E., Siekmann, J. (2005): "e-learning Logic and Mathematics: What we Have and What we Still Need". In Essays in Honor of Dov Gabbay. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www-ags.dfki.uni-sb.de/~melis/Pub/MSforGabbay05.pdf>
- Merino, S. (2010). "Learning Math in the context of European Space for Higher Education" Proceedings of the Conference On Mathematics Education Technology Oriented. Málaga July 6th–10th, 2010
- Miller, T. (2011): "A Model for Asynchronous Discussions in a Mathematics Content Course". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA
- Miner, R., Topping, P. (2001): "Math on the Web: A Status Report – Focus: Distance Learning". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.dessci.com/en/reference/webmath/status>
- Miner, R., Topping, P. (2003): "Math on the Web: A Status Report. Focus: Interactive Math". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.dessci.com/webmath/status>
- Misfeldt, M., Sanne, A. (2011): "Formula editors and handwriting in mathematical e-learning." In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Muller, E., Buteau, C., Klincsik, M., Perjesi, I., Sarvari, C. (2009): "Systemic integration of evolving technologies in undergraduate mathematics education and its impact on student retention". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 40:1, 139 — 155
- Murfin, B. (2001): "A Case Study of Math and Science Teacher Education in a Collaborative Virtual Learning Environment". In Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20(4), 405 – 425
- Neurath, R. A., Stephens, L. J. (2006): "The effect of using Microsoft Excel in a high school algebra class". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 37:6, 721 — 726
- Oates, G., Paterson, J., Reilly, I., Statham, M. (2005): "Effective tutorial programmes in tertiary mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 731 — 739
- Pinto, J. S., Oliveira, M. P., Anjo, A. B., Pais, S. I., Isidro, R. O., Silva, M. H. (2007): "TDmat–mathematics diagnosis evaluation test for engineering sciences students". In International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 38:3, 283 — 299
- Schneckenberg, D. (2009): "Understanding the real barriers to technology-enhanced innovation in higher education". In Educational Research, 51:4, 411 – 424
- Seiler, R., De Bra, P. (2004): "State of the Art in Mathematical E-learning". In First WebALT Conference and Exhibition – WebALT2006, Eindhoven, 5–6 Enero 2006. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://webalt.math.helsinki.fi/content/e110/e136/e217/e277/e289/Presentation_WebALT_D_11_eng.pdf

- Silverman, C. (2011): "Developing Teacher's Mathematical Knowledge for Teaching through Online Collaboration". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Skouras, A. (2006): "Coordinating formal and informal aspects of mathematics in a computer based learning environment". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:8, 947 — 964
- Smith, G. G., Ferguson, D. (2004): "Diagrams and math notation in e-learning: growing pains of a new generation". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35:5, 681 — 695
- Steegmann, C., Huertas, M., Juan, A., Prat, M. (2008): "E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías". En *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5:2, 1 – 14
- Steegmann, C., Huertas, M., Juan, A., Prat, M. (2008): "E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías". En *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5:2, 1 – 14
- Tariq, V. N., Jackson, V. (2008): "Biomathtutor: evaluation of a new multimedia e-learning resource to support mathematics in the biosciences". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:8, 1003 — 1021
- Tempelaar, D., Rienties, B., Kaper, W., Giesbers, B., Van Gestel, L., Van de Vrie, E.; Van der Kooij, H., Cuypers, H. (2011): "Mathematics bridging education using an online, adaptive e-tutorial: preparing international students for higher education". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Tonkes, E. J., Isaac, P. S., Scharaschkin, V. (2009): "Assessment of an innovative system of lecture notes in firstyear mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:4, 495 — 504
- Tonkes, E. J., Loch, B. I. , Stace, A. W. (2005): "An innovative learning model for computation in first year mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 751 — 759
- Wang, P., Mikusa, M., Al-shomrani, S., Chiu, D., Lai, X., Zou, X. (2005): "Features and Advantages of WME: a Web-based Mathematics Education System". In *Proceedings of IEEE/SoutheastCon 2005*, IEEE, Fort Lauderdale, FL.
- Wang, Y., Swanson, C., Lam, S. (2001): "Computer assisted mathematics learning environment – a study on the computer, math, and human interaction". In Price, J. et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2001*, 1392 – 1393
- Zembar, I. O. (2008): "Pre-service teachers" use of different types of mathematical reasoning in paper-and-pencil versus technology-supported environments". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:2, 143 — 160

Zirkle, C. (2009): "Distance education: The state of the art in career and technical education". In MacLean, R.; Wilson, D. (eds.): *International Handbook of Education for the Changing World of Work* , Part VI, Section 11, 2003–2018, Springer Science

Beneficios, retos y tendencias futuras en e-learning de las matemáticas

“El destino es el que baraja las cartas, pero nosotros somos los que jugamos” (William Shakespeare)

1. Formación online y e-learning de las matemáticas

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 formativas como de nuevas posibilidades metodológicas (Bates, 2005). 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. En concreto, en el ámbito de la formación online se está produciendo una redefinición del proceso de enseñanza–aprendizaje, cambio que afecta tanto a las universidades a nivel institucional como a las áreas de conocimiento que éstas ofrecen a sus estudiantes.

Un aspecto importante relacionado con las nuevas necesidades formativas es que, en la sociedad de la información, nuestro conocimiento individual debe ser continuamente revisado y actualizado. Tanto es así que, en la actualidad, un título universitario no resulta suficiente para proporcionarnos todos los conceptos, habilidades y competencias que necesitaremos en nuestra dilatada y cambiante carrera profesional. Por el contrario, el título constituye sólo el punto de partida de un proceso formativo que perdurará a lo largo de la vida profesional de cada individuo. En consecuencia, una parte significativa de este proceso de formación deberá 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: uso de entornos online para aprendizaje

individual o cooperativo, uso de recursos de Internet con carácter formativo, uso de materiales académicos en formato electrónico –lo que los hace más fácilmente transportables y facilita su actualización–, uso de *software* específico, aparición de comunidades online relacionadas con ámbitos educativos, etc. Dado que la tecnología está cambiando los métodos por los cuales se ofrecen procesos de formación, universidades presenciales de todo el mundo están experimentando diferentes transformaciones que afectan a la naturaleza de los cursos y a los programas que ofrecen (Steegmann et al., 2008). Estas innovaciones tecnológicas y metodológicas han propiciado también mejoras en las oportunidades que ofrece la educación a distancia, permitiendo a estudiantes con limitaciones temporales –por motivos de trabajo, familiares o de desplazamiento– o limitaciones espaciales –debido a localización geográfica o a incapacitaciones físicas– 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 (2002), 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. En este nuevo paradigma los estudiantes aprenden, con ayuda de sus profesores, de la tecnología y de otros estudiantes, aquellos conceptos, habilidades y competencias que potencialmente puedan necesitar en el desarrollo de su actividad académica o profesional. 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, 2005). Como se define en Raschke (2003), 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 –y, en muchas ocasiones, como complemento– con metodologías tradicionales. Por otro lado, también es frecuente encontrar cursos online que combinan una metodología centrada en el estudiante con materiales que provienen del modelo tradicional –como, por ejemplo, apuntes de clase y disertaciones magistrales–.

En relación con el área de la formación matemática, las reformas son extensas –no solo 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 online a los estudiantes, el aprendizaje colaborativo, la integración del *software* matemático en los cursos, y el diseño de nuevos currículums 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, 2005). De acuerdo con Lai, Pratt y Grant (2003), con respecto al estado actual del e-learning de las matemáticas, 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 –i.e., cómo se está usando la tecnología–, y (d) el apoyo que la institución proporciona tanto a sus estudiantes como a sus profesores.

2. Oportunidades que ofrece el e-learning de las matemáticas

Los programas y tecnologías de e-learning ofrecen beneficios significativos a los estudiantes. Algunos de estos beneficios pueden resultar especialmente útiles a aquellos estudiantes adultos que compaginan trabajo con estudios –y que, por consiguiente, tienen severas restricciones temporales–, a aquellos estudiantes cuya ubicación geográfica es distante respecto a la de los campus universitarios, o a estudiantes que presentan algún tipo de discapacidad física. Según **Zirkle (2003)**, 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** (<http://moodle.org/>), **BSCW** (<http://bscw.fit.fraunhofer.de>), etc. (**Figura 4.1**). Estas experiencias sociales y tecnológicas pueden ser muy valiosas para la futura carrera profesional del estudiante en un mundo globalizado.

The screenshot displays a web-based collaborative environment. The top navigation bar includes 'Archivo', 'Edición', 'Ver', 'Opciones', 'Ir a', and 'Ayuda'. Below this is a toolbar with icons for 'Inicio', 'Público', 'Portap', 'Papira', 'Addr', 'Agenda', 'Tasks', and 'Bkms'. The main content area is divided into two panes. The left pane, titled 'DISCRETE-EVENT SIMULATION 10 BASIC STEPS', lists ten steps for students to follow, such as creating a folder, selecting a topic, writing a working plan, and sending reports. The right pane shows a list of resources and projects, including folders for 'TFC - Jonhatan Zuñiga', 'TFC - Xavier Campos', and 'TFC/PFCs from previous semesters', along with specific project topics like 'Project Castelldefels - Opnet' and 'Project SAEDES - Java'. Each entry includes a checkbox, a name, a count, and a user name.

Figura 4.1: Ejemplo de un entorno colaborativo online

En particular, la interacción con el *software* matemático –tanto en el caso de cursos presenciales como en el caso de cursos online–, puede proporcionar beneficios adicionales a los estudiantes, puesto que esta interacción les permite obtener una mejor comprensión de algunos conceptos, procedimientos y aplicaciones de las matemáticas. Específicamente, y según apuntan **Rodríguez y Villa (2005)**, el uso de *software* matemático puede proporcionar los siguientes efectos beneficiosos:

- Una mejor visualización de los conceptos matemáticos mediante la representación de gráficos, superficies, etc.
- Una aproximación constructivista al conocimiento matemático mediante la experimentación con diferentes escenarios y la realización de análisis paramétricos o análisis de sensibilidad (i.e., 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 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.

Finalmente, un beneficio adicional para los estudiantes de e-learning puede ser la posibilidad de interactuar con especialistas mundiales de primera fila que colaboren online 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, en combinación con el uso de *software* matemático, también ofrecen distintos beneficios a profesores e instituciones:

- La oportunidad de desarrollar equipos en red de profesores, que pueden colaborar online 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, a la hora de evitar ciertos problemas de comprensión no inherentes a los contenidos matemáticos (Barton et al., 2005).
- 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, 2006).
- La posibilidad de ofrecer titulaciones conjuntas con otras universidades (Michael y Balraj, 2003) i.e.: cada universidad podría especializarse en un área de conocimiento y ofrecer la parte de la titulación correspondiente a esta área; de esta forma, se podrían compartir distintas aproximaciones sobre el uso de *software* matemático y sus aplicaciones.

3. Retos asociados al e-learning de las matemáticas

En general, cualquier tipo de educación a distancia presenta tasas de abandono entre estudiantes más altas que las de los programas presenciales tradicionales (Sweet, 1986). 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, i.e.: 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 online de enseñanza–aprendizaje que fuese amigable, técnicamente eficiente y con un alto grado de usabilidad–. Como apuntan **Simonson et al. (2003)**, 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 online.

En el caso de estudiantes que cursan contenidos matemáticos en entornos de formación online, es frecuente encontrarse con problemas adicionales debido, en gran parte, a que esta área de conocimiento suele exigir bastante esfuerzo y dedicación. En efecto, los estudiantes de cursos con contenido matemático 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 online 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 (2002)** hace notar, la motivación es un factor decisivo en el aprendizaje online.
- 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 et al., 2007)** destacan la conveniencia de establecer conexiones explícitas entre las asignaturas de carácter matemático 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 matemáticos 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 aquéllas que proporcionan habilidades prácticas, se benefician de la interacción presencial entre profesores y estudiantes. Obviamente, en un entorno online este tipo de interacciones no son posibles y, por tanto, resulta necesario recurrir a otras metodologías de interacción –como, por ejemplo, el aprendizaje colaborativo online o el uso de foros– a fin de compensar esta deficiencia (Oates et al., 2005).
- Pobre integración de la notación matemática en los ordenadores y entornos online: 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** (<http://www.w3.org/Math>) y **OpenMath** (<http://www.openmath.org>), sigue siendo mucho más tedioso usar notación matemática en un entorno online que en un entorno tradicional como puede ser una pizarra o una simple hoja de papel.

Por lo que respecta al profesor de matemáticas online, 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, 2001). 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 online, incluyendo un aspecto tan importante como es la monitorización automática de la actividad de los estudiantes y grupos de trabajo colaborativo (Daradoumis et al., 2010). Este proceso de monitorización se puede llevar a cabo a partir de los registros de actividad que los servidores online almacenan (Figura 4.2). 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, 2003), (Pajo y Wallace, 2001) o en *software* matemático (Yushau, 2006).

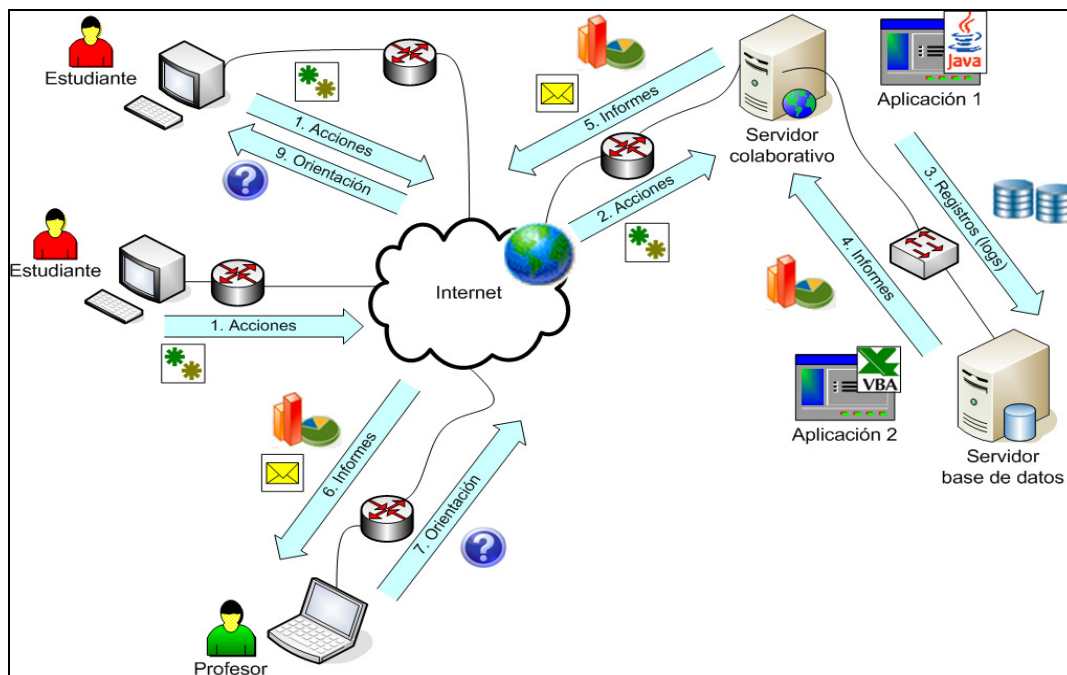


Figura 4.2: Generación automática de informes de monitorización en entornos online

Finalmente, por lo que afecta a las instituciones, éstas deben ser conscientes de que la formación online no es un método económico de proporcionar formación. Los costes de iniciar un proyecto de formación online 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.

4. Tecnologías y proyectos relacionados con el e-learning de las matemáticas

Una amplia gama de tecnologías son usadas en las universidades que están ofreciendo e-learning matemático: Internet, audio y video conferencias, plataformas web (algunas genéricas –como Blackboard, WebCT, Angel y Moodle– y otras específicamente matemáticas –como Maple TA y Le Active Math–), *software* matemático o estadístico (Maple, Mathematica, Mathcad, Matlab, Wiris, Minitab, SPSS, S-Plus,...), etc. Está claro que, en el ruedo del e-learning, las tecnologías avanzadas están siendo usadas más intensamente para apoyar enfoques pedagógicos que están más centrados en el estudiante. Como señala Lee (2005), la tecnología se adapta correctamente

con el constructivismo a través de objetos animados, herramientas interactivas, ricos mundos simulados, explicaciones narradas e hipertexto, los cuales son tipos de elementos multimedia que tienen sentido en el paradigma constructivista.

Diferentes tecnologías y plataformas de e-learning están ahora disponibles para el uso de notación matemática en la web. La mayoría de estas tecnologías están basadas en los estándares de XML MathML y SVG (Miner y Topping, 2001) (Bringslid, 2002). Muchas instituciones también utilizan *applets* de Java para el desarrollo de materiales y de páginas web.

A continuación se muestra una lista de relevantes proyectos tecnológicos relacionados en el e-learning matemático:

- **NetTutor** y **Whiteboard** (www.link-systems.com): NetTutor es una web basada en un chat gráfico, insertada y con plataforma independiente. WorldWideWhiteboard es una herramienta de chat gráfico interactivo diseñada para permitir una comunicación en tiempo real de conceptos técnicos, incluyendo apoyo para la notación matemática.
- **PlanetMath** (www.planetmath.org): PlanetMath es una comunidad virtual que tiene como objetivo fomentar la accesibilidad al conocimiento matemático. El contenido de esta comunidad se crea de manera colaborativa: la principal característica es la enciclopedia matemática.
- **WIMS** (www.wims.unice.fr): WIMS intenta ser un sistema escrito con más que tableros de anuncios; tiene páginas para problemas matemáticos, una aplicación gráfica y otras características.
- **Maths for More** (www.mathsformore.com): Maths for More es un *software* matemático de una compañía con sede en Barcelona. Su principal objetivo es ofrecer cálculo avanzado y presentar herramientas para educación matemática con énfasis en las soluciones que ofrece la tecnología de Internet. Ellos son los responsables de WIRIS, un conjunto de aplicaciones de *software* para la educación matemática.
- **ActiveMath** (www.activemath.org): su meta es una investigación de categoría mundial en la tecnología del aprendizaje mejorado y en instrucción sobre tecnología semántica de la Web en general, y en particular sobre las matemáticas.
- **The Math Forum** (www.mathforum.org): es un recurso online para mejorar el aprendizaje matemático que ofrece problemas matemáticos y rompecabezas, tutoría online, investigación, equipo de resolución de problemas, colaboración y desarrollo profesional.
- **MathWorld** (www.mathworld.wolfram.com): MathWorld es la web más extensa sobre recursos matemáticos, proporcionada gratis al servicio del mundo de las matemáticas y de las comunidades de Internet como parte de un compromiso de educación y de alcance educacional desde Wolfram Research, creadores de Mathematica.
- **dMath** (www.dmath.hibu.no): el proyecto dMath construirá una base de datos europea de módulos matemáticos de e-learning. Estos módulos pueden ser utilizados en cursos online sobre matemáticas. Este proyecto es la comercialización del antiguo proyecto Xmath. Tiene como objetivo el desarrollo de productos para el mercado científico del e-learning.

- **WebALT** (<http://.webalt.net>): El proyecto WebALT está diseñado para utilizar estándares existentes para representar las matemáticas en la web y tecnologías lingüísticas para producir material didáctico matemático con lenguaje independiente. Uno de sus principales objetivos es producir una base de datos de ejercicios matemáticos multilingüe y globalmente accesible a través de la web, que contendrá ejercicios de diferentes tipologías de problemas y niveles (Caprotti, et al 2005).
- **MIT OpenCourseWare** (www.ocw.mit.edu/index.html): MIT OCW es un recurso educativo gratis y abierto para los educadores, estudiantes y autodidactas de todo el mundo. Consiste en la publicación en la web de algunos de los principales materiales de los cursos de MIT, incluidos aquellos relacionados con matemáticas y estadística.
- **HELM** (www.helm.lboro.ac.uk): Helping Engineers to Lean Mathematics es el principal proyecto de plan de estudios desarrollado y realizado por un consorcio de cinco universidades inglesas –Loughborough, Hull, Reading, Sunderland y Manchester–.
- **Serving Mathematics** (www.mantis.york.ac.uk): El proyecto de Serving Mathematics ha sido desarrollado con herramientas de código abierto para la valoración online de la educación matemática. El proyecto “Assessment Tools in Mathematics” continúa con este trabajo mediante la implementación de proyectos piloto y otros desarrollos.

Algunas de las tecnologías y estándares avanzados que están modelando el presente y el futuro del e-learning matemático son los siguientes:

- **WebMathematica** (www.wolfram.com/products/webmathematica): WebMathe–matica es un sitio basado en tecnología que permite la combinación entre la generación de contenido web dinámico y la matemática. Combina el núcleo de la matemática con páginas web escritas en lenguaje HTML. Esta tecnología permite a los estudiantes a distancia explorar y experimentar con algunos de los conceptos matemáticos por medio de su navegador.
- **Maple TA** (www.maplesoft.com/products/mapleta): Maple T. A. es una web basada en la prueba y evaluación de respuestas. Es ideal para la colocación de las pruebas, el envío de tareas, instrucción y práctica, preguntas de examen y pruebas.
- **MathML** (www.w3.org/math): Mathematical Markup Language (MathML) es una aplicación de XML para representar símbolos y fórmulas, encaminadas a integrarse en los documentos. MathML no sólo se ocupa de la presentación sino también puede incluir, de manera opcional, información sobre el significado de los componentes de la fórmula.
- **OpenMath** (www.openmath.org): OpenMath es un estándar emergente para la representación de objetos matemáticos con sus semánticas, permitiéndoles el intercambio entre programas de ordenador, almacenados en bases de datos, o publicados en la web. Éste complementa el estándar MathML.
- **WebCT** (www.webct.com): WebCT (Web Course Tools) es un entorno online virtual y comercial de aprendizaje. Los profesores pueden añadir a los WebCT de sus cursos

herramientas como tableros de debate, sistema de correo y chat en vivo, junto con otro contenido como páginas web o documentos.

- **Blackboard** (www.blackboard.com): Blackboard ofrece funciones similares a las de WebCT. En febrero de 2006, Blackboard Inc. completó su fusión con WebCT Inc., formando la mayor compañía de e-learning en los Estados Unidos en término de número total de usuarios.
- **Moodle** (www.moodle.com): Moodle (Modular Object–Oriented Dynamic Learning Environment) es un paquete de *software* gratuito diseñado para ayudar a los educadores a crear cursos online de calidad con el desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje. Moodle tiene muchas características para una plataforma de e-learning como foros, gestión de contenidos (Recursos), diferentes tipologías de preguntas y varios módulos de actividades.
- **Angel** (www.angellearning.com): Angel es un sistema de gestión basado en la web similar al de WebCT, Moodle o Blackboard. A través de él, los estudiantes pueden acceder al plan de estudios, enviar lecciones, enviar correos electrónicos al profesor, participar en tableros de debate y revisar sus notas.

5. Universidades pioneras que ofrecen e-learning y e-learning de las matemáticas

Las facultades y universidades involucradas con los estudios y con la educación técnica han estado desarrollando cursos y programas para ofrecer educación a distancia a través de Internet. Los modelos curriculares varían, y las escuelas ofrecen un rango de productos que van desde una serie de cursos hasta una carrera completa. Algunas universidades están proporcionando los mismos cursos a estudiantes a distancia y a estudiantes en el campus. Estas universidades son denominadas instituciones modo dual o de modo mezclado (*mixed*) (Trindade et al., 2000). Los estudiantes del campus, aquéllos que siguen el aprendizaje tradicional presencial, suelen implementar su formación con el uso de materiales colgados en la web y de presentaciones multimedia. En este sentido, parece claro que la educación presencial y el e-learning están convergiendo en las instituciones tradicionales.

En Estados Unidos, casi dos tercios de todas las escuelas que ofrecen educación presencial también están ofreciendo cursos online (Sloan Consortium, 2005), y más del 40% de las escuelas que ofrecen estudios de máster también ofrecen estos programas online. Allí, el número total de estudiantes a través de e-learning está estimado en 2,5 millones, con un intervalo de crecimiento del 18% anual.

Los siguientes son ejemplos de la existencia de instituciones de educación superior que han incrementado su oferta gracias a programas de e-learning: **New York University Online** (www.scps.nyu.edu/online), **University of Illinois Online** (www.online.uillinois.edu), **Oxford University** (www.online.ox.ac.uk), **Imperial College of London**

(www.imperial.ac.uk/distancelearning), **University of Liverpool** (www.uol.ohecampus.com), **Boston University** (www.bu.edu/online), **Penn State University** (www.worldcampus.psu.edu), **University of California Berkeley** (www.learn.berkeley.edu), **Washington State University** (www.distance.wsu.edu), **Acadia University** (www.conted.acadiu.ca), **University of Florida** (www.distancelearning.ufl.edu), **Indiana University** (www.scs.indiana.edu), **University of Phoenix Online** (www.uopxonline.com) y **University of Southern Queensland** (www.usqonline.com.au).

Por otra parte, existen una serie de universidades totalmente virtuales, las cuales sólo ofrecen carreras online: **Open University** (www.mcs.open.ac.uk), **Western Governors University** (www.wgu.edu), **Open University of Netherland** (www.ou.nl) y **Open University of Catalonia** (www.uoc.edu).

A continuación se ofrece una muestra de universidades que imparten educación online para carreras matemáticas:

- **Colorado State University** (www.stat.colostate.edu/distance_degree.html)
- **Iowa State University of Science and Technology** (www.lifelearner.iastate.edu/courses/delivery/www.htm)
- **Stanford University** (www.math.stanford.edu)
- **State University of New York Empire State College** (www.esc.edu/cdl)
- **Texas A&M University** (www.distance-ed.math.tamu.edu/)
- **University of Idaho** (www.uidaho.edu/eo/index.html)
- **University of Illinois Online** (www.online.uillinois.edu/)
- **Suffolk University** (www.distancecalculus.com)
- **Florida State University** (www.online.fsu.edu/)
- **University of Guelph** (www.open.uoguelph.ca/start/)
- **Open University** (www.open.ac.uk/courses/classifications/mathematics_and_statistics.shtm)

Para más información sobre facultades y universidades que ofrecen este tipo de educación en Estados Unidos y en Europa, pueden ser consultadas las siguientes instituciones:

- **United States Distance Learning Association**, USDLA (www.usdla.org)
- **The American Distance Education Consortium**, ADEC (www.adec.edu)
- **The European Association of Distance Teaching Universities**, EADTU (www.eadtu.nl)

Históricamente, la educación a distancia ha tenido que luchar para ser reconocida y por consiguiente han desarrollado procedimientos para demostrar calidad. La credibilidad en la calidad de la administración se ha incrementado con la introducción del e-learning. Algunos ejemplos de organizaciones internacionales relacionadas con la acreditación de la calidad en el e-learning son:

- **The European Foundation for Quality in eLearning** (EFQUEL) (www.qualityfoundation.org). el EFQUEL es una red proactiva que proporciona servicios a la comunidad europea del e-learning.
- **ISO Standard on Quality for E-Learning** (www.iso.org). La *International Organization for Standardization* está comprometida en sistemas de estandarización que incluyen una garantía de calidad y una certificación de calidad y ha entrado en el campo del e-learning emitiendo la norma ISO/IEC 19796-1.

6. Tendencias futuras del *e-learning* y del *e-learning* de las matemáticas

El e-learning es una actividad que está creciendo rápidamente, y cada vez más estudiantes están adquiriendo su educación a través de estos cursos basados en la web. En todo el mundo, nuevas instituciones están emergiendo para ofrecer educación a través de la red. Sólo en España, por ejemplo, dos nuevas universidades basadas en Internet ya ofrecen educación online: La Universidad Internacional Valenciana (www.viu.es/) y Universidad a Distancia de Madrid (www.udima.es). Al mismo tiempo, la mayoría de las universidades con educación presencial están integrando los métodos y tecnologías del e-learning en sus programas académicos (Richards, 2002).

Con respecto a la educación en e-learning matemático, Miner y Topping (2001) pronostican las siguientes tendencias: (a) un continuo alejamiento desde las matemáticas estáticas a las dinámicas –uso de los estándares MathML y OpenMath– en los materiales de la educación a distancia, y (b) una integración de las tecnologías e-learning en la educación presencial como manera de reforzar los métodos tradicionales. Unas declaraciones similares pueden ser encontradas en Engelbrecht y Harding (2005). En nuestra opinión, esta convergencia entre los modelos educativos del e-learning y de la presencialidad es un factor importante que puede significar un cambio en la forma en la que la educación matemática es impartida en las universidades. En este sentido, durante los próximos años esperamos un incremento significativo en el número del conjunto de cursos y programas matemáticos.

Además, también esperamos el desarrollo de un gran número de proyectos matemáticos colaborativos online, especialmente aquéllos relacionados con la elaboración de materiales abiertos y recursos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, incluyendo la valoración online de las tecnologías. Otra tendencia importante que prevemos es: una mayor integración del *software* matemático en todos los cursos –especialmente aquéllos que siguen una metodología centrada en el estudiante–, y la adopción de un enfoque más profesional orientado en la mayoría de los cursos de matemáticas –tanto de educación presencial como de educación online–. Como señala Bringslid (2002): “El beneficio general del uso de matemáticas interactivas en la web será el de estimular el interés en matemáticas”.

Finalmente, nos gustaría remarcar la opinión generalizada de que ofrecer una educación matemática online de alta calidad no es un proceso trivial y que incluso cuando las Tecnologías de la Información pueden ayudar, no podrían ser suficientes por sí mismas. La evaluación continua y personalizada parece que va a ser uno de los retos más importantes del futuro, especialmente en el caso de los modelos de aprendizaje combinados con un enfoque orientado al estudiante y al profesional. Por lo tanto, nos gustaría destacar que dos de los aspectos más importantes en el e-learning matemático son los materiales de aprendizaje de calidad y la capacidad de los profesores para guiar, apoyar y respaldar a sus estudiantes en línea.

A partir de nuestra experiencia, pensamos que el uso de los recursos disponibles en Internet y la utilización de un *software* adecuado contribuyen en gran medida a que la enseñanza de las matemáticas sea más asequible, práctica y creativa.

Por último, a raíz de debatir como diseñamos, desarrollamos y gestionamos estos cursos en la UOC, la manera en la que han evolucionado a lo largo de la última década y los resultados del proyecto MEL en sus dos ediciones, en la tercera parte de la tesis, se destacan una serie de recomendaciones que –de acuerdo con nuestra experiencia– necesitan ser consideradas cuidadosamente cuando se ofrecen cursos online de matemáticas o asignaturas relacionadas. Estas pautas no sólo demuestran la viabilidad de enseñar matemáticas o estadística en cursos online, sino también los principios de cómo se puede enseñar con éxito.

En nuestra opinión, las recomendaciones ofrecidas en la presente investigación pueden ayudar a los lectores interesados a desarrollar sus propios cursos de matemáticas y estadística online. Igualmente, pensamos que estos procedimientos de aprendizaje pueden hacer más sencillo al estudiante el aprender temas de cierta complejidad en nuestro mundo cambiante.

Referencias

- Barton, B., Chan, R., King, C., Neville–Barton, P., Sneddon, J. (2005): “EAL undergraduates learning mathematics”. In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 721 — 72
- Bates, A. (2005): *Technology, E-learning and Distance Education*. RoutledgeFalmer, Abingdon.
- Birnbaum, B. (2001): *Foundations and Practices in the Use of Distance Education*. New York: Edwin Mellon Press.
- Borba, M., Villareal, M. (2005): *Humans–with–Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. Springer. New York.
- Bringslid, O. (2002): “Mathematical E–Learning Using Interactive Mathematics on the Web”. In *European Journal of Engineering Education*, 27:3, 249 – 55
- Caprotti, O., Carlson, I., Seppälä, M. Strotmann, A. (2005): “Web Advanced Learning Technologies for Assessment in Mathematics”. In *Proceedings Book of the 3rd International Conference*

- on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, m-ICTE2005.
- Daradoumis, A., Faulin, J., Juan, A., Martinez, F., Rodriguez, I., Xhafa, F. (2010): "CRM Applied to Higher Education: Developing an e-Monitoring System to Improve Relationships in e-Learning Environments". In *International Journal of Services Technology and Management*.
- Engelbrecht, J., Harding, A. (2005): Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 2: Attributes and Possibilities. *Educational Studies in Mathematics*, 58:2, 253 – 276
- Lai, K. W., Pratt, K., Grant, A. (2003): "State of the Art and trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature". Report submitted to the *Distance Learning Reference Group, University of Otago*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.otago.ac.nz/prodcons/groups/public/documents/webcontent/otago002201.pdf>
- Lee, Y. (2005): "Integrating Constructivism approaches in e-learning to enhance mathematical self-study". In *Proceedings of the Eighth International Conference on Reform, Revolution and Paradigm Shifts in Mathematics Education*, Johor Bahru, Malaysia, Nov 25 – Dec 1, 238 – 243
- Meyer, K. (2002): *Quality in distance education. Focus on Online learning*. Jossey-Bass, Hoboken.
- Michael, S., Balraj, L. (2003): "Higher education institutional collaborations: an analysis of models of joint degree programs". In *Journal of Higher Education Policy and Management*, 25:2, 131 – 145
- Miner, R., Topping, P. (2001): "Math on the Web: A Status Report – Focus: Distance Learning". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.dessci.com/en/reference/webmath/status>
- Newton, R. (2003): "Staff attitudes to the development and delivery of e-learning". In *New library world*, 104:1193, 412 – 425
- Oates, G., Paterson, J., Reilly, I., Statham, M. (2005): "Effective tutorial programmes in tertiary mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 731 — 739
- Pajo, K., Wallace, C. (2001): "Barriers to uptake of web based technology by university teachers". In *Journal of Distance Education*, 16:1, 70 – 84
- 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. In *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 439 – 459
- Quality Assurance Agency for higher education (2006): *Code of Practice for the assurance of academic quality and standards in higher education*. United Kingdom. QAA. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/codeOfPractice/>

- Raschke, C. (2003): *The Digital Revolution and the coming of the Postmodern University*. 1ª ed. New York: RoutledgeFalmer. 129 págs.
- Richards, C. (2002): "Distance education, on-campus learning, and e-learning convergences: an Australian exploration". In *International Journal on E-Learning*, 1:3, 30 – 39
- Rodríguez, G., Villa, A. de la. (2005): "Can computers change the trends in Mathematics Learning?: A Spanish overview". In *Plenary lecture at the 4th International Conference APLIMAT*. Slovak University of Technology Bratislava (Eslovaquia). [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/122.pdf>
- Seufert, S., Lechner, U., Stanoevska, K. (2002): "A Reference Model for Online Learning Communities". In *International Journal on E-Learning*. 1:1, 43 – 54
- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M., Zvacek, S. (2003): *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of distance education*. 2ª ed. New Jersey: Merrill Prentice Hall. 302 págs.
- Sloan Consortium (2005): *Growing by Degrees: Online Education in the United States, 2005*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.sloan-c.org/publications/survey/index.asp>
- Stegmann, C., Huertas, M., Juan, A., Prat, M. (2008): "E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías". En *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5:2, 1 – 14
- Sweet, R. (1986): "Student Drop-out in Distance Education: An Application of Tinto's Model". In *Distance Education*, 7, 201 – 213
- Trindade, A., Carmo, H., Bidarra, J. (2000): "Current Developments and Best Practice in Open and Distance Learning". In *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 1:1
- Yushau, B. (2006): "Computer attitude, use, experience software familiarity and perceived pedagogical usefulness: the case of mathematics professors". In *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2:3, 1 – 17
- Zirkle, C. (2003): "Distance education in career and technical education: A review of the research literature". In *Journal of Vocational Education Research*, 28:2, 151 – 171

Características de la metodología en Mathematical E-Learning (MEL)

“Una buena notación tiene tantas sutilezas y sugerencias que, en ocasiones, se asemeja a un maestro viviente” (Bertrand Russell)

1. Aspectos metodológicos y tendencias

En la actualidad se reconoce la importancia de todas las formas de aprendizaje centradas en el estudiante, siendo éste el principal sujeto activo de su aprendizaje (Lai et al., 2003). 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 et al., 1997). 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 algunos estudios destacan el uso poco frecuente de metodologías centradas en el estudiante (Walczyk y Ramsey, 2003), e incluso se han identificado algunas de las posibles causas de este problema (Walczyk et al., 2007).

Resulta evidente que aprender y enseñar matemáticas 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 online 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 online –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 por experimentar,

favoreciendo así que cada estudiante vaya construyendo su propio conocimiento matemático. 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, 2000).

En este contexto nos enfrentamos a los dos paradigmas de enseñanza-aprendizaje, uno tradicional y un paradigma basado en las TIC (Raschke, 2003). La **Tabla 5.1** compara los dos enfoques:

Tabla 5.1: Comparación del enfoque paradigma tradicional frente al paradigma a e-learning

Paradigma tradicional	Paradigma e-learning (basado en TIC)
Los cursos compensatorios de matemáticas que se ofrecen a los estudiantes con problemas de fondo no son especializados ni personalizados.	Detectar lo que es el conocimiento matemático necesario para empezar en asignaturas de grado. En consecuencia, la oferta de los cursos iniciales para los estudiantes debe ser especializado y personalizado. El uso de software matemático se presenta como una herramienta útil.
En la asignación de créditos, los profesores no suelen tener en cuenta el tiempo necesario para adquirir las habilidades y ponerlas en práctica. Además, se considera que los estudiantes tienen dedicación a tiempo completo.	Los cursos se vuelven a tener en cuenta la dedicación real (el tiempo que un estudiante promedio emplea en la realización de los objetivos académicos). El uso del tiempo se optimiza con el empleo de software matemático que se encarga de los cálculos repetitivos.
Hay un exceso de formalismo y de algorítmica, debido principalmente a la utilización de una metodología tradicional que, a su vez, podría explicarse por el hecho de que la mayoría de los profesores no están acostumbrados a adaptar los cursos a los estudiantes y su contexto.	Los contenidos y las metodologías tienen que ser rediseñados, se debe repensar los objetivos y su enfoque. Los contenidos tienen que estar cerca de los intereses de los estudiantes. Se debe empezar a reducir el uso innecesario de algoritmos repetitivos y el formalismo. Entender que es avalado por medio del uso de software matemático.
Se utilizan metodología y evaluación tradicional. Ambas se basan en la memorización y los procesos de repetición. La creatividad de los estudiantes no se refuerza.	El uso del proceso de evaluación como una metodología de aprendizaje (no sólo como una forma de obtener algunas referencias).
Memorización de los procedimientos y los algoritmos. El modelado conceptual no siempre es una parte central de materias matemáticas.	Los estudiantes serán capaces de elegir las herramientas matemáticas necesarias para resolver problemas reales. Este objetivo debe ser considerado en todas las formas posibles (contenidos, metodología y evaluación).

La **Tabla 5.2** resume los principales retos de los estudiantes así como los problemas detectados en la enseñanza online y las propuestas metodológicas propuestas para reducir sus efectos: Por el lado del profesor, un reto importante puede ser el tiempo necesario para el diseño de la curso y, una vez que ha comenzado, para proporcionar con eficacia la orientación y apoyo a los estudiantes. La enseñanza con tecnología presenta continuas demandas de formación del profesorado y desarrollo profesional y, por tanto, las universidades deben proporcionar a sus instructores cursos específicos de actualización y las herramientas tecnológicas eficientes orientadas a facilitar el diseño y el desarrollo de cursos en línea, incluyendo el monitoreo de la

actividad de los estudiantes. Estas medidas pueden contribuir significativamente a superar la posible resistencia de profesores al uso del e-learning o de software matemático.

Por último, en el lado institucional, e-learning es un método de alto coste para la educación. Los gastos son debidos principalmente a la puesta en marcha y el funcionamiento de los cursos de e-learning; es decir, gastos debidos a: (a) la tecnología de la comunicación – servidores dedicados, líneas de telecomunicaciones, etc - y el personal especializado que debe apoyarlo, (b) con licencia software - plataformas web, sistemas operativos, gestores de bases de datos, software de matemáticas, servicios públicos, etc - y (c) Cursos de formación y programas para el profesorado y personal de administración, tanto a nivel metodológico y técnico, incluidos los cursos anuales de actualización en las nuevas versiones de software matemático y plataformas web.

Tabla 5.2: Retos de los estudiantes en MEL y las correspondientes medidas metodológicas

Desafío/Problema	Solución propuesta
1. Percepción de aislamiento	Los instructores deben dar justo a tiempo la orientación Los instructores deben proporcionar diariamente <i>feedback</i> Los instructores deben mejorar el uso de los foros
2. La falta de conocimientos tecnológicos	Las instituciones deberían ofrecer cursos de preparación Las instituciones deberían mejorar la usabilidad del entorno e.learning
3. Formación matemática pobres	Las instituciones deberían ofrecer cursos y materiales de refuerzo
4. Falta de motivación	Los instructores deben utilizar un enfoque orientado a profesionales Los instructores deben integrar el software de matemáticas en los cursos
5. Sobrecarga de cursos	Las facultades deben revisar y reajustar la carga de trabajo
6. Falta de interacción cara a cara	Los instructores deben promover el aprendizaje colaborativo y el uso de los foros
7. Limitada capacidad de ecuaciones	Los estudiantes deben utilizar texto sin formato siempre que sea posible

Cabe destacar que algunos especialistas ya han formulado propuestas que apuestan por potenciar el uso de las matemáticas como herramienta transversal de aplicación a otras disciplinas (Henderson, 2005). 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 online de evaluación continua que sean realizadas durante el semestre académico (Corcoles et al., 2006).

En el caso del modelo pedagógico de la UOC, como se verá a continuación, el estudiante es considerado como el principal agente del proceso de aprendizaje, que se basa en cuatro pilares fundamentales: (a) materiales de aprendizaje específicamente diseñados, (b) la ayuda de los profesores, (c) proceso de evaluación continua, y (d) el aprendizaje colaborativo en línea. La Figura 5.1 muestra la representación del modelo UOC. El anillo exterior se corresponde con el

modelo general de e-learning, que se aplica a todos los cursos de la UOC y el anillo interno se corresponde con cursos específicos de matemáticas.

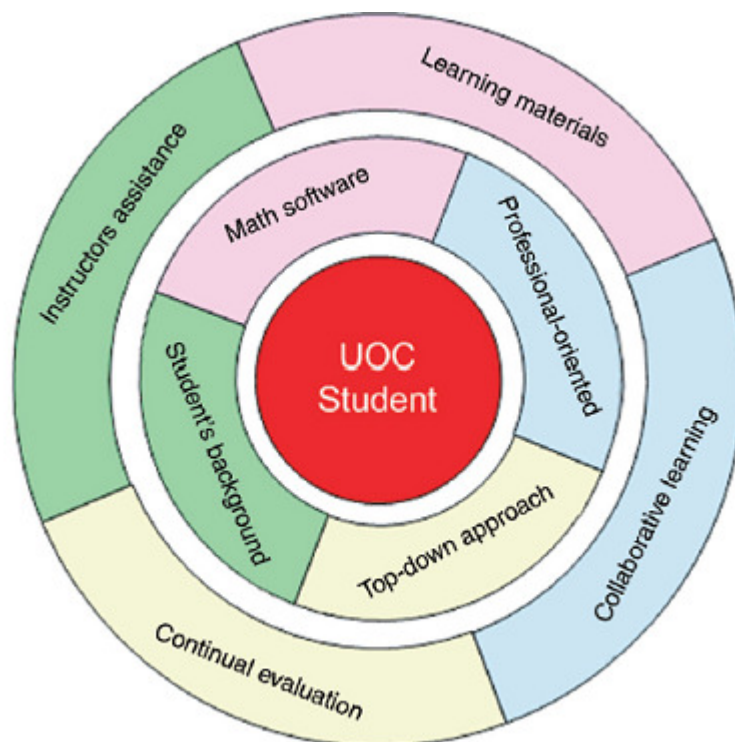


Figura 5.1: Modelo pedagógico de la UOC

2. El caso de la Universitat Oberta de Catalunya

2.1. El contexto de la UOC

La Universitat Oberta de Catalunya o UOC (<http://www.uoc.edu/portal/english>) es una universidad completamente online con sede en Barcelona (España). Fue fundada en 1995 por el gobierno catalán con la misión de “ofrecer a las personas el aprendizaje y la educación permanentemente a través del uso intensivo de la información y de las tecnologías de la comunicación”. De acuerdo con los datos oficiales, la UOC ofrece servicios educativos en Internet a más de 50.000 estudiantes, distribuidos en programas para estudiantes universitarios y para graduados.

Los estudiantes de la UOC pertenecen a diferentes partes del mundo, aunque principalmente son de España y de Sudamérica. Alrededor del 60% de los estudiantes universitarios de la UOC son adultos (por encima de 30 años) que suelen combinar su actividad profesional y/o sus responsabilidades familiares con sus responsabilidades académicas. Los servicios educativos son impartidos por un equipo compuesto por más de 2.200 profesores – incluyendo el cuerpo docente propio de la UOC y los colaboradores online, la mayoría procedentes

de otras universidades españolas– y 550 personas de personal gestión. La UOC usa un modelo educativo asincrónico centrado en el estudiante y ya ha recibido varios premios internacionales, como el Premio 2001 ICDE por ser la mejor universidad a distancia en el mundo o el Premio 2004 OEA por su calidad educativa. En la actualidad, hasta 22 carreras acreditadas y másteres oficiales son ofrecidos a través del Campus Virtual de la UOC, un sistema de gestión de la educación completamente desarrollado y mantenido en la UOC (**Figura 5.2**). Algunas de las carreras más populares (por número de estudiantes matriculados) son las siguientes: Ingeniería Informática, Administración y Dirección de Empresas, Psicología, Telecomunicaciones, Información y Ciencias de la Comunicación, Derecho y Humanidades. Debido a la naturaleza instrumental de las ramas de Estadística y Matemáticas, los cursos relacionados son ofrecidos en los primeros cinco de los siete grados antes mencionados. Por esta razón, la UOC es apoyada y financiada oficialmente para varios proyectos innovadores destinados a ayudar el desarrollo de la alta calidad del contenido matemático y estadístico que se repartirá entre estudiantes y profesores en diferentes programas de carreras utilizando repositorios online y sistemas de gestión del contenido. Las siguientes secciones de este apartado describirán las experiencias personales de profesores de Estadística y Matemáticas en los programas de estudios de ingeniería informática y multimedia.

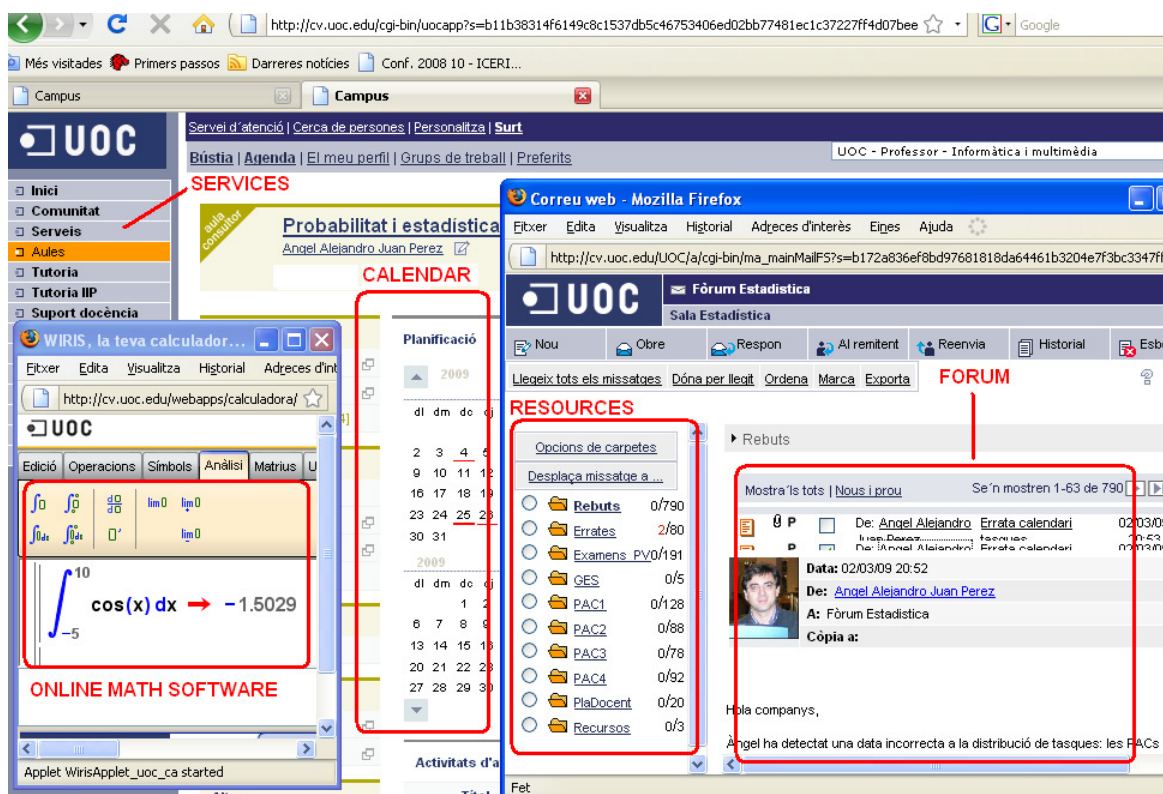


Figura 5.2: Captura de pantalla del Campus Virtual de la UOC con algunas de sus funcionalidades.

2.2. Características generales de los cursos

Al comienzo del semestre, los estudiantes se distribuyen en varias clases dentro del Campus Virtual de la UOC. No hay más de cincuenta estudiantes por clase. Cada una de las clases es tutorizada por un profesor, quien también ofrece guía y apoyo a los estudiantes en todo el proceso de aprendizaje. Cada clase virtual proporciona un área privada dentro del Campus Virtual de la UOC. Esta área contiene foros y recursos académicos relacionados con el curso. Un aspecto vital es que los materiales de aprendizaje del curso pueden ser vistos online o descargados mediante impresión. Estos materiales han sido diseñados cuidadosamente y escritos por profesores para estudiantes y, por lo tanto, incluyen definiciones claras, abundantes ejemplos y problemas resueltos. Un completo plan de estudios del curso, incluyendo los objetivos académicos, metodología y sistema de evaluación –con plazos para las tareas entregables y los exámenes finales– está también disponible para los estudiantes desde el comienzo del cuatrimestre.

Todos los cursos de la UOC utilizan un proceso de evaluación continua. Es decir, durante el semestre, los estudiantes realizan tareas, las cuales son su responsabilidad y son enviadas a sus respectivos profesores para su evaluación y respuesta. El número de actividades varía, normalmente entre cuatro y seis, dependiendo de cada curso específico. Igualmente, algunas de esas actividades son para ser resueltas individualmente por cada estudiante, mientras que otras son para ser resueltas en pequeños grupos. Los estudiantes pueden también ser requeridos para participar en algún foro de discusión. Incluso cuando no son estrictamente obligatorias, se anima a los estudiantes a completar este proceso de evaluación continua y a participar activamente en los foros de discusión del curso. Los años de experiencia enseñando estadística y matemáticas indican que estas prácticas se encuentran entre las más efectivas en términos de ayuda para lograr que los estudiantes alcancen las metas del curso y se preparen de manera eficaz para lo que sucede en la mayoría de los casos, un examen final presencial.

2.3. Experiencia de los estudios de informática y multimedia

Los estudiantes de las titulaciones de Informática y multimedia de la UOC utilizan Internet y varios programas informáticos en las asignaturas del ámbito matemático o asignaturas cuantitativas. Con el propósito de fomentar este uso y darle el máximo valor añadido posible, los profesores de la UOC han ido elaborando una serie de materiales didácticos en los que las TIC juegan un papel relevante. Dichos materiales, que van siendo introducidos por los profesores en las respectivas aulas del Campus Virtual y/o en la página web del *e-Math*, complementan perfectamente al material principal de cada asignatura (módulos didácticos, generalmente de carácter más teórico

que aplicado) y están compuestos por las Guías de Estudio, los Módulos, y las Pruebas de Evaluación Continua (que tienen una doble función formativa–evaluativa). De forma más flexible, los profesores de cada asignatura también proporcionan a los estudiantes ejercicios clave, plantillas interactivas pre–diseñadas y prácticas a resolver utilizando recursos disponibles en Internet o con la ayuda de algún *software* especializado. A continuación se describen con más detalle algunos de los recursos docentes citados anteriormente:

Guías de estudio (GES): Aunque su estructura es variable en función de la tipología de la asignatura, suelen contener un listado de objetivos y un resumen de los conceptos más importantes del tema que se trata. En la mayoría de los casos, el grueso de las GES suele estar constituido por ejercicios tipo resueltos en detalle y de forma dual, tanto usando métodos tradicionales como recurriendo a la ayuda de programas informáticos. Finalmente, suelen incluir también una lista de ejercicios propuestos. Las GES, que constituyen uno de los recursos más valorados por los propios estudiantes de la UOC, refuerzan el material didáctico de la asignatura y orientan el proceso de aprendizaje de la misma.

Material impreso (Módulos): Son unidades didácticas accesibles desde la página del aula. Están en formato PDF (para maximizar su portabilidad y la posibilidad de impresión), son altamente autocontenidos, y en ellos se potencia el uso de Internet (vía la selección de recursos de la web) y de *software* especializado (mediante el estudio de casos y ejemplos resueltos).

Pruebas de evaluación continua (PECs): La evaluación continua (EC) se lleva a cabo mediante la realización de pruebas virtuales que los estudiantes resuelven en casa y envían a su profesor dentro de un plazo preestablecido en el Plan Docente (syllabus) de la asignatura. La estructura específica de cada PEC depende de la asignatura y del tema en cuestión, si bien se trata, en la medida de lo posible, de estimular la creatividad de los estudiantes, las consultas a recursos web previamente seleccionados por los profesores, la aplicación de los conceptos y el tratamiento dual de los ejercicios propuestos, combinando y relacionando la resolución tradicional con la resolución auxiliada por el uso de algún *software* especializado.

Al final del semestre los estudiantes deben realizar también un examen final presencial y una prueba virtual que valide la autoría de las actividades realizadas a lo largo de la EC. La estructura de dichas pruebas finales dependen de la asignatura en cuestión, pero en la mayoría de los casos consta de una parte teórica presencial –basada en conceptos, ideas y métodos clave de la asignatura–, y otra práctica virtual –en la que dichos conceptos, ideas y métodos son aplicados sobre datos reales con ayuda del *software* utilizado durante el semestre–.

Es de destacar que la prueba virtual es personalizada para cada alumno en particular (ver **Figura 5.3**). Una opción para personalizar una prueba es, por ejemplo, programar un examen “tipo” para todos los alumnos y que las cifras de cada ejercicio sean generados a partir de los dígitos del DNI de cada estudiante. Cabe destacar tres aspectos: 1) Este tipo de pruebas sólo es posible realizarlas si se trabaja con la ayuda de algún programa matemático que admita la

posibilidad de programación, 2) uno de los inconvenientes que conllevan este tipo de exámenes es a la hora de corregirlos ya que cada ejercicio, por el hecho de ser personalizado, tiene unas soluciones propias y diferentes de las de las pruebas del resto de alumnos y 3) a pesar de que las pruebas sean personalizadas, por el hecho de ser virtuales, un problema de este tipo de actividades puede radicarse en la dificultad para la identificación segura del alumno que realiza la prueba.

Apellidos, Nombre: _____

En la dirección <http://cimanet.uoc.edu/alg/pracalg/practicalges.php> hallarás el generador de la práctica personalizada. Es imprescindible que escribas aquí el número de identificación de la práctica (el DNI): _____ y que reproduzcas los enunciados (cosa que puedes hacer copiándolos de la página web y enganchándolos en este documento)

Entra tu DNI (sin la letra ni puntos separadores de millares)

Figura 5.3: Ejemplo de examen virtual personalizado. Al pulsar sobre la dirección web indicada se accede a un formulario en que se solicita el DNI y, al enviar éste, se genera, a partir de sus dígitos, un examen con unos números personalizados para cada alumno.

Uso de las TIC en Matemática Discreta

El contenido de la asignatura Matemática Discreta se divide en dos partes: en la primera se estudian técnicas básicas de cálculo combinatorio y en la segunda los fundamentos básicos de la teoría de grafos.

Tanto en la resolución de los ejercicios y problemas propuestos en el material de la asignatura como en las prácticas desarrolladas en el proceso de evaluación continua, los estudiantes cuentan con herramientas tecnológicas como el *software* especializado Mathcad o la calculadora simbólica online MatWiris (www.wiris.com). Estos recursos les facilita la realización de cálculos –complejos y repetitivos en algunos casos– y les permite verificar y contrastar los resultados obtenidos (Figura 5.4).

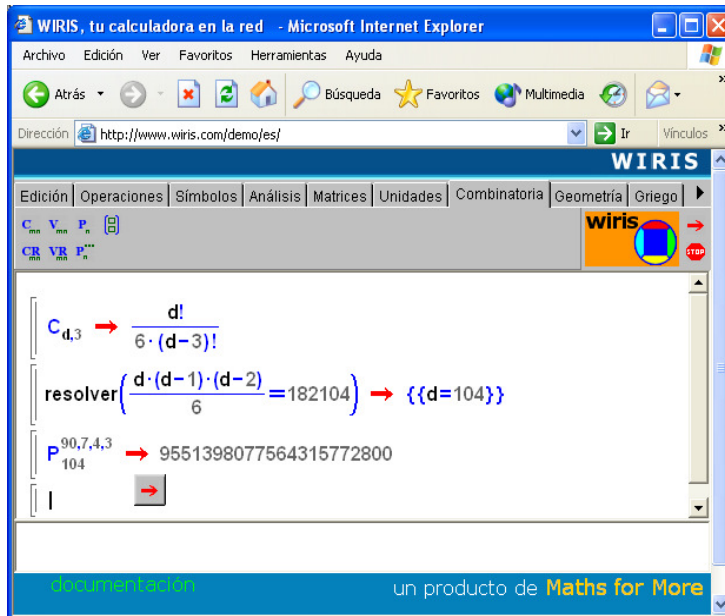


Figura 5.4: Calculadora online Wiris

En la segunda parte, teoría de grafos, se utiliza además el *software* especializado Applet JavaGraph (Figura 5.5) que permite a los estudiantes practicar los diferentes algoritmos de exploración de grafos que han estudiado de forma teórica. JavaGraph es una aplicación en Java creada por profesores de los Estudios de Informática de la UOC, de forma que se adapta y se integra completamente en el diseño de la asignatura. El *applet*, junto con una breve descripción de los diferentes algoritmos y actividades guiadas para su aprendizaje, forma parte de un material web que los estudiantes tienen en el aula virtual.

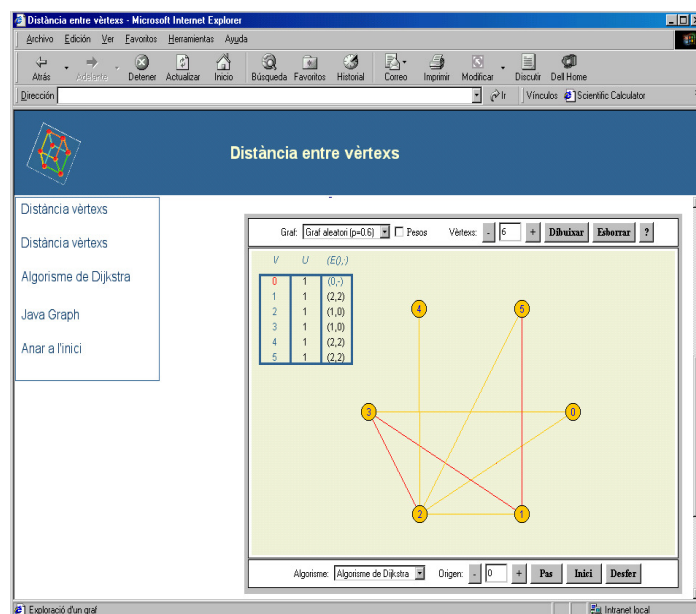


Figura 5.5: JavaGraph

JavaGraph refuerza la práctica en la aplicación de los algoritmos ya que el estudiante puede disponer, de forma inmediata, de la corrección de sus ejercicios. También le ayuda a profundizar y consolidar lo que ha estudiado de forma teórica, realizando sus propias pruebas y descubrimientos (simulaciones interactivas).

Además, en esta asignatura los estudiantes utilizan diferentes enlaces de Internet que, de una u otra forma, les facilitan la asimilación de los contenidos y hacen que el proceso de aprendizaje sea más dinámico y creativo. Entre dichos enlaces se encuentran libros online y programas especializados, así como material docente elaborado por los propios profesores de la UOC.

Uso de las TIC en Análisis y Álgebra

En estas asignaturas, desde su inicio, se ha utilizado *software* como Mathcad, Scientific Notebook (SN) y actualmente se cuenta con la calculadora simbólica online MatWiris. Estos programas nos sirven como editores de ecuaciones (y texto) y como herramientas de cálculo numérico y simbólico (Figura 5.6).

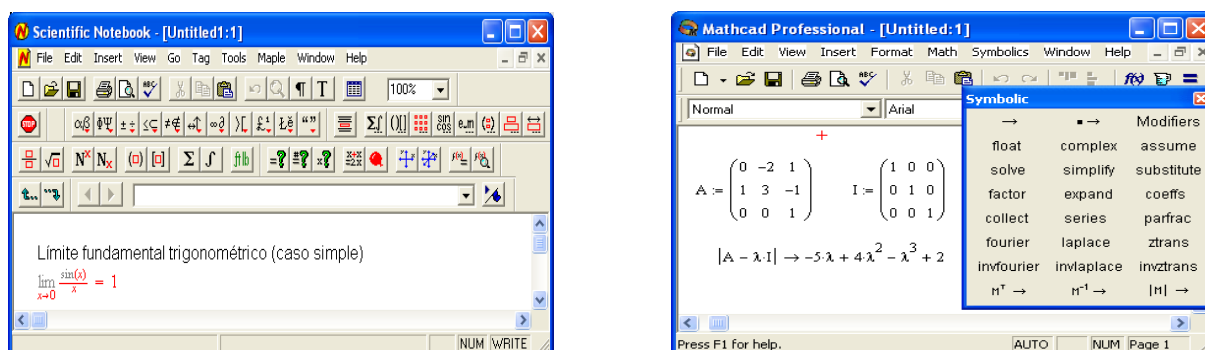


Figura 5.6: Scientific Notebook y Mathcad

Con el uso de programas como Mathcad, SN o Wiris el estudiante dispone, en un mismo entorno, de una potente herramienta que le permite editar ecuaciones, textos e imágenes y, al mismo tiempo, realizar tanto cálculos numéricos y simbólicos como representaciones gráficas en 2D y 3D.

A modo de ejemplo, tareas simbólicas como el cálculo de determinantes con parámetros y su posterior simplificación, el cálculo de derivadas parciales, el polinomio de Taylor o el cálculo del límite de su resultado, se pueden efectuar fácilmente con estos programas.

En el aspecto numérico permiten, por ejemplo, calcular extremos absolutos de una función de varias variables, raíces de polinomios, resolver sistemas de ecuaciones o los valores y vectores propios de una matriz diagonalizable.

La capacidad de edición y representación en 2D y 3D, la facilidad con que se pueden diseñar y activar animaciones, así como las posibilidades de programación incorporadas hacen de este tipo de *software* herramientas didácticas muy completas y aptas para todos los niveles universitarios.

En la imagen (Figura 5.7) se muestra un ejemplo de representación en 3D realizada con Mathcad. Una vez definida la función, basta con crear una red de puntos que son representados posteriormente. La posibilidad de rotar la imagen en los tres grados de libertad angulares permite determinar visualmente límites, máximos y mínimos, etc.

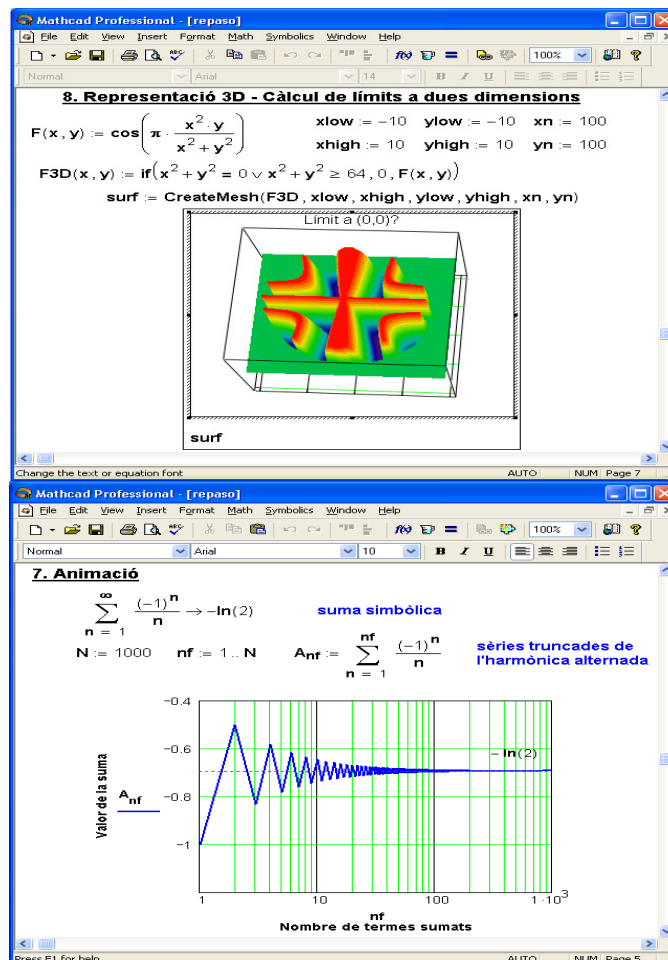


Figura 5.7: Ejemplos de uso de Mathcad

En cuanto a aspectos didácticos se refiere, las animaciones, totalmente exportables a otros entornos, son de una importancia relevante, puesto que permiten ilustrar y aclarar conceptos tales como la convergencia de una serie –que, debido al elevado número de operaciones, no se puede ilustrar intuitivamente sin ayuda de un *software*–. En la imagen se muestran sumas parciales de la serie armónica alternada.

En la **Figura 5.8** se muestra una aplicación de los números complejos con la calculadora Wiris.

Los estudiantes disponen de manuales de uso de los programas, con ejemplos prácticos detallados y ejercicios guiados que les ayudan a familiarizarse rápidamente con el uso del editor matemático y con las herramientas de cálculo. Este material se integra perfectamente en las asignaturas, ya que está estructurado según el índice y programa de éstas.

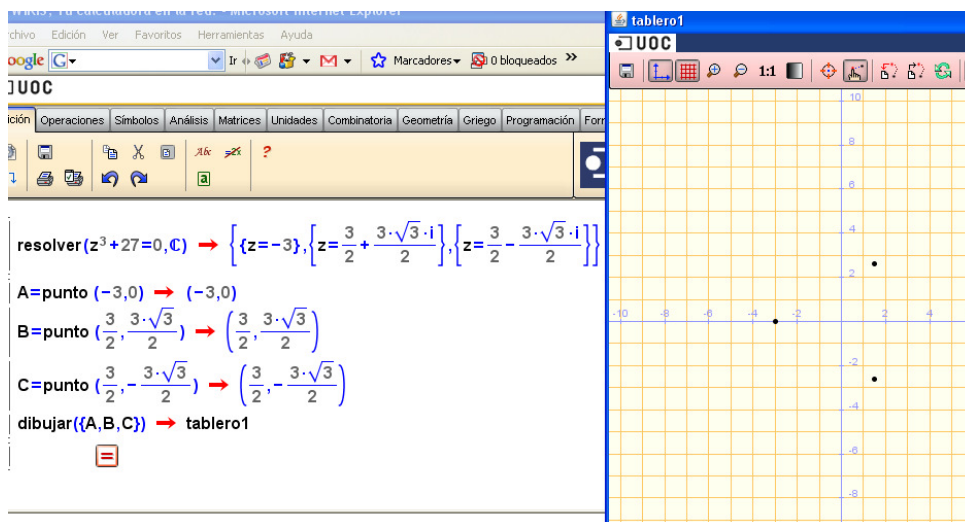


Figura 5.8: Ejemplo de uso de Wiris

Uso de las TIC en estadística

Los estudiantes de las Ingenierías de Informática de la UOC utilizan el *software* Minitab en la asignatura de estadística. Para tal fin, el equipo de profesores de la UOC ha ido desarrollando toda una serie de materiales didácticos en los que el uso del programa juega un papel relevante. Dichos materiales, disponibles en la web del Proyecto *e-Math*, están compuestos por un conjunto de Math-blocks que tratan de potenciar la realización de prácticas con este *software* así como la utilización de recursos de Internet en el aprendizaje de la estadística (*applets* de Java, artículos de aplicaciones diversas, etc.). La finalidad de todo este esfuerzo docente no es otra que la de facilitar el aprendizaje de conceptos y métodos estadísticos aplicados, sin por ello perder el rigor que toda asignatura cuantitativa debe tener: el uso correcto de cualquier *software* estadístico requiere que el investigador posea una base teórica adecuada, de forma que ésta le capacite para analizar con profundidad los resultados y extraer las conclusiones correctas.

Este paquete estadístico posee ciertas propiedades técnicas que lo hacen ser especialmente útil en el aprendizaje de la estadística aplicada. Entre ellas, cabría destacar un entorno agradable y de fácil uso, su integración en un único paquete –que incluye todos los aspectos necesarios para la formación universitaria: análisis descriptivo, contrastes de hipótesis, regresión lineal y no lineal, series temporales, análisis de tiempos de fallo, control de calidad, análisis factorial, ANOVA, análisis cluster, etc.–, una excelente capacidad gráfica, total compatibilidad con las hojas de cálculo, herramientas de gestión de proyectos, conectividad ODBC

para bases de datos, y un potente lenguaje de macros que permite automatizar y personalizar muchas de las tareas. A estas características técnicas, hay que añadir la enorme cantidad de bibliografía existente –más de 400 libros– en la que se explican conceptos y métodos estadísticos y sus aplicaciones a la ingeniería y a las ciencias –económicas, sociales, de la información y la comunicación, etc.

Dado el perfil de los estudiantes de la UOC –en su mayoría profesionales en activo que desean ampliar su formación académica–, pensamos que el uso de un programa con tales características aporta un gran valor añadido a aquellos que cursan asignaturas de estadística aplicada, ya que les permite adquirir destreza en el manejo de un programa profesional de idénticas o similares características al que se encontrarán en su lugar de trabajo. Por otro lado, no cabe duda de que las necesidades estadísticas de cualquier empresa requieren del uso de herramientas informáticas como Minitab. Esta mayor conectividad entre la universidad y las necesidades del mundo laboral tiende a incrementar el interés y la motivación de los estudiantes por la estadística, la cual se convierte en una ciencia de considerable aplicabilidad en sus entornos cotidianos de trabajo. Pero, además, hay otra razón de peso por la cual el uso de un paquete estadístico como Minitab puede ser altamente recomendable en cualquier curso de estadística aplicada, en especial cuando se trate de estudios a distancia o virtuales en los que se carece del contacto físico con los profesores: con un PC y Minitab, el estudiante dispone de un potente laboratorio personal con el cual poder experimentar –preferentemente de forma guiada por su profesor– con los conceptos, métodos y aplicaciones de la estadística (**Figura 5.9**). En este sentido, una de las prácticas que solemos pedir a nuestros estudiantes es la verificación experimental de un resultado tan importante como es el Teorema del Límite Central, para lo cual el estudiante deberá generar –con ayuda del programa– diferentes conjuntos de observaciones aleatorias y comprobar, a partir de éstas, el comportamiento de la media muestral conforme aumenta el tamaño de la muestra.

A lo largo del semestre se proponen varias prácticas, en las que los conceptos y métodos estadísticos son aplicados sobre datos reales con ayuda de Minitab. Habitualmente, dichas prácticas consisten en la obtención de determinados datos vía internet –bases de datos del INE, BCE, OJD, etc.–, y el tratamiento de los mismos con el fin de obtener unos resultados. Posteriormente, cada estudiante debe analizar e interpretar dichos resultados, respondiendo a una serie de preguntas convenientemente formuladas y estructuradas por el equipo de profesores.

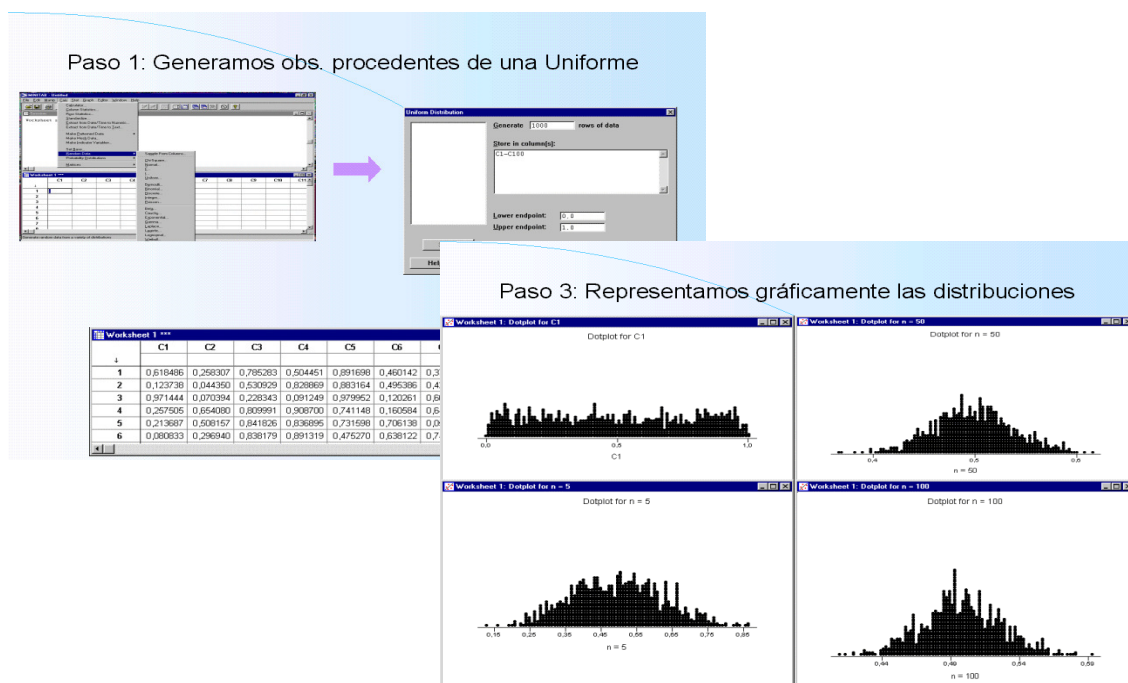


Figura 5.9: Ejemplos de uso del Minitab

2.4. Algunas experiencias en el e-learning matemático en la UOC y evolución histórica del e-learning de las matemáticas

Enseñar y aprender online en el entorno de la UOC ha obligado a la institución a superar dificultades que los modelos tradicionales no hubieran podido ayudar a resolver, y a inventar nuevas maneras de usar la tecnología. En el caso de enseñar y aprender matemáticas, surgen dificultades adicionales del hecho que los estudiantes deben obtener habilidades de razonamiento:

- La falta de motivación por estas asignaturas abstractas dentro del contexto de los estudios técnicos, ya que los estudiantes no las encuentran fructíferas para su formación. Como señala **Meyer (2002)**, los estudiantes online necesitan motivación dado que es una muy importante variable que aprender dentro de este entorno.
- La dedicación necesitada es a menudo mayor que la asignada en el sistema de créditos, especialmente para estudiantes con una menor formación matemática inicial.
- Muchas de las actividades de aprendizaje para obtener habilidades demandan interactividad como estrategia pedagógica, pero los estudiantes en un entorno virtual de aprendizaje normalmente no tienen un profesor con el que interactuar.
- La escritura de fórmulas con un teclado convencional y en un e-mail es un problema adicional en la comunicación vía Internet.

En esta sección, explicaremos algunas experiencias en e-learning matemático desarrolladas durante los últimos años en la UOC, en concreto en el Departamento de Informática. Los estudios en ingeniería informática comenzaron en 1996 con unos pocos estudiantes y ahora, con más de 3.000 estudiantes, este Departamento es uno de los más grandes de España. Cada semestre del último curso más de 1.000 estudiantes sigue la asignatura de Lógica, más de 500 Álgebra, más de 400 Cálculo y Estadística y más de 500 Matemática Discreta. En estos años ha habido un proceso continuo de reforma de enseñanza y aprendizaje en el área de matemáticas. Para explicar este proceso podemos definir tres fases o momentos diferentes dependiendo de la manera y del grado de uso e integración de las tecnologías TIC, las reformas metodológicas tomadas, o los cambios decididos para el plan de estudios. Esas tres fases son las siguientes (tal como se muestra en la **Figura 5.10**):

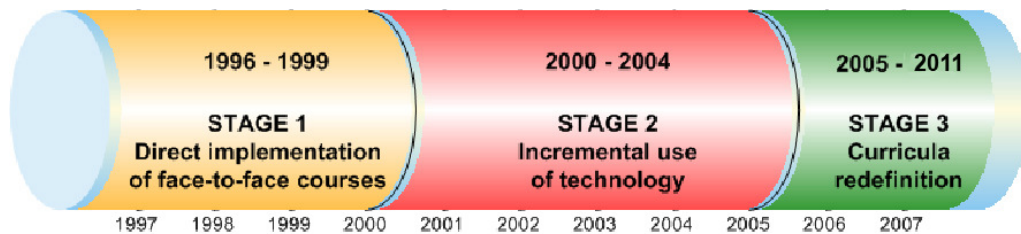


Figura 5.10: Evolución de los estudios de informática en la UOC

1. Fase 1 (experiencia tradicional: 1996–99)

Cuando los estudios de ingeniería informática comenzaron en 1996, los planes de estudios, recursos y métodos de aprendizaje fueron creados a modo de espejo de las universidades tradicionales, basados en la existencia de un campus físico, pero el papel del profesor de la UOC (**Figura 5.11**) no era el tradicional, sino el de un especialista que diseña el curso, guía y supervisa el proceso de aprendizaje del estudiante. Entonces fueron necesarios nuevas experiencias para adecuar la metodología, recursos y planes de estudios matemáticos para este paradigma educacional diferente.

En esta fase inicial, como hemos dicho, el plan de estudios del área matemática fue el mismo que en las universidades de educación presencial. Los materiales del curso fueron libros para educación a distancia, que contenían las explicaciones teóricas y los ejercicios, más algún documento digital adicional con ejercicios y actividades, y, en algunos casos, vídeos. Brevemente, en esta fase podemos encontrar:

- Planes de estudios tradicionales (los mismos que en las universidades tradicionales).
- Metodologías tradicionales para la educación a distancia.
- Los principales recursos tradicionales con algunos nuevos materiales disponibles, como documentos digitales o vídeo.
- Nuevo entorno virtual de e-learning y nuevos papeles para el profesor y para el estudiante.

- Exámenes tradicionales (papel y lápiz).

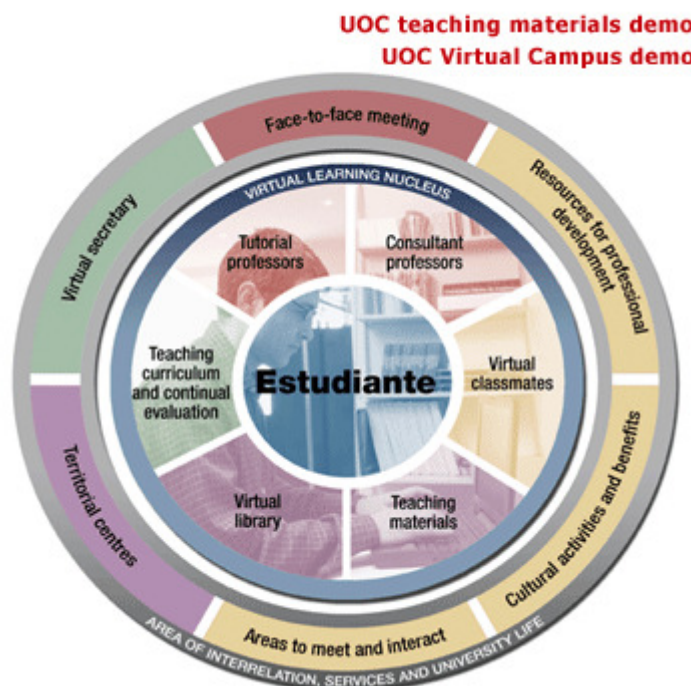


Figura 5.11: Modelo educativo de la UOC

2. Fase 2 (usando más recursos TIC: 2000–2004)

En esta fase comienzan muchas experiencias innovadoras para mejorar la calidad del proceso de aprendizaje en los cursos matemáticos. Progresivamente, los profesores elaboran material didáctico y usan más recursos TIC. Estos materiales eran, principalmente, un complemento de los módulos didácticos del curso, los cuales generalmente eran más teóricos que prácticos y continuaban siendo muy similares al tradicional material de texto. Una breve descripción de los diferentes nuevos materiales es:

- Proyecto *e–Math* (www.uoc.edu/in3/e-math) del Instituto Interdisciplinario de Internet (UOC). El principal objetivo de este proyecto fue el uso y la difusión del aprendizaje de las tecnologías TIC del momento (Internet y *software* especializado) en los planes de estudios de algunos cursos matemáticos: Álgebra Lineal, Cálculo, Estadística, etc.
- Math–blocks: material de aprendizaje accesible desde la página web del proyecto *e–Math*, normalmente en formato PDF. Contiene material usando una selección de recursos online y *software* estadístico o matemático. En algunos casos está asociado a archivos interactivos (xls, avi, mcd, mtw, etc.).
- Continuas pruebas de validación: las pruebas de validación en la UOC consisten en pruebas virtuales que los estudiantes pueden realizar en casa y enviar al profesor. En el área matemática, especialmente en estadística y cálculo, estas

pruebas intentan simular el tratamiento dual de ejercicios, combinando la tradicional resolución con una resolución utilizando *software* matemático o estadístico (Maple, Scientific Notebook, Mathcad, Minitab, Wiris).

Esta fase marca el comienzo de un progresivo uso comercial del *software* matemático (Minitab, Mathcad, Scientific Notebook, Wiris, etc.) (Figura 5.12) en los cursos de matemáticas y estadística. En el curso de Matemática Discreta, la *applet* Java –creada por un equipo de profesores del departamento– (Figura 5.13) es también utilizada. Este *applet* permite a los estudiantes practicar algoritmos de gráficos de exploración que ellos han estudiado de manera teórica.

En esta fase hay:

- Continúa el plan de estudios tradicional (el mismo que en las universidades tradicionales).
- Una combinación de métodos tradicionales para educación a distancia con el uso de las TIC (Internet y *software* matemático o estadístico).
- Aparecen nuevos recursos digitales. Se generaliza el uso de las TIC.
- Continúan los exámenes tradicionales (papel y lápiz).

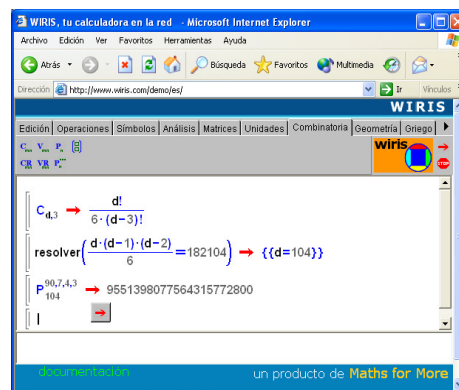
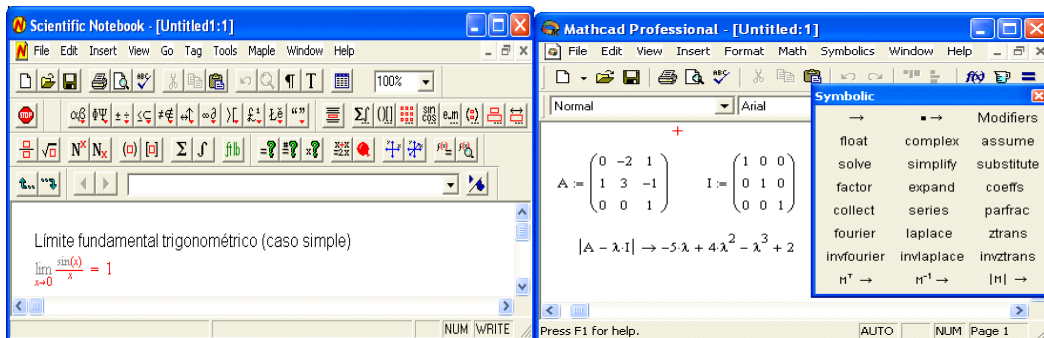


Figura 5.12: Ejemplos de actividades matemáticas usando Scientific Notebook, Mathcad y Wiris

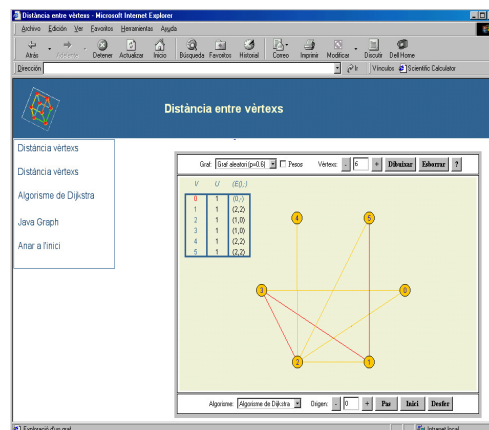


Figura 5.13: Un applet de Java para matemática discreta

3. Fase 3 (rediseñando cursos en un nuevo paradigma: 2005–2010)

En esta fase el uso de las TIC continúa y se incrementa de una manera más integrada con otros recursos y metodología, pero la principal característica es el rediseño del plan de estudios matemático y de los modelos pedagógicos y de valoración de algunos cursos (Álgebra y Cálculo). En este proceso de diseño de nuevos cursos online de matemáticas, la primera etapa consiste en llevar a cabo un análisis preliminar sobre la situación actual de estos cursos en nuestra universidad. En esta fase, así, se ha derivado un modelo matemático (TIC) de e-learning para estudiantes de ingeniería informática en la UOC desde el mencionado análisis usando el enfoque proporcionado por el nuevo paradigma del e-learning (TIC). Explicaremos en detalle el proceso de rediseño del plan de estudios matemático y de los cursos en la siguiente sección, pero presentaremos brevemente los principales puntos de esta fase:

- Ha sido diseñado un nuevo plan de estudios de acuerdo con el paradigma del e-learning (TIC).
- Una nueva metodología adecuada para la educación a distancia con un uso intensivo de las TIC. Un hecho importante es que usando este *software* matemático el tiempo ahorrado puede ser usado para una mejor práctica y aprendizaje de conceptos.
- Se ha diseñado un nuevo material para el uso del *software* matemático de una manera más integrada con otros recursos. Especialmente se ha diseñado material interactivo.
- La personalización del proceso de aprendizaje y la valoración comienza a ser implementada.
- Los exámenes finales son parcialmente tradicionales y parcialmente virtuales.

2.5. Lecciones aprendidas desde la experiencia

De todo lo expuesto anteriormente y basado en la experiencia a largo plazo de la UOC ofreciendo matemáticas online, hay cinco factores fundamentales o “reglas de oro” que, según **Juan et al. (2009)**, deben ser consideradas a la hora de diseñar y desarrollar cursos online exitosos en esta particular área del conocimiento. En detalle (**Figura 5.14**):

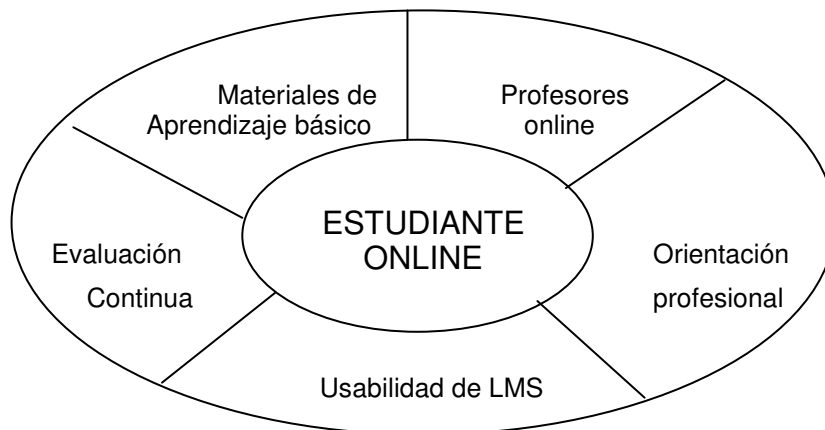


Figura 5.14: Principales factores de diseño de nuestros cursos de matemáticas en la UOC.

- **Materiales básicos de aprendizaje del curso:** constituyen la fuente principal de información para los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Deben ser diseñados con precisión para procesos de aprendizaje independientes y deben proporcionar al estudiante una visión de todos los aspectos relevantes del curso. Idealmente, esas notas y materiales de aprendizaje deben estar siendo diseñadas y escritas por los propios profesores para estimular una fuerte relación entre los materiales y las actividades de evaluación (pruebas y examen final). Debido a la intrínseca naturaleza de estas áreas de conocimiento, donde los estudiantes necesitan realizar muchos razonamientos y anotaciones durante el proceso de aprendizaje, es altamente recomendable que estos materiales básicos estén también disponibles en formato PDF para una fácil impresión. Por supuesto, estos materiales de aprendizaje básico pueden y deben ser complementados con recursos y materiales de aprendizaje complementarios, como pueden ser *applets*, artículos relacionados, simulaciones, etc.
- **Profesores online:** el papel de los profesores online es crítico para el éxito de una instrucción online. Los profesores deben ser responsables de diseñar y escribir los materiales de aprendizaje básicos y, por otra parte, de los deberes que constituyen el proceso de evaluación continua. Además, ellos también son responsables de diseñar el examen final. Algo más importante que esto, ellos son los únicos que deben guiar y proporcionar orientación, soporte y continuas respuestas a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. Esta guía debe ser desarrollada a través de mensajes enviados

(por ejemplo al comienzo de cada semana) con instrucciones claras acerca de cuáles son los contenidos y actividades que deben ser completados a corto plazo. Mientras trabajan en el material del curso con el *software* matemático, el apoyo debe ser proporcionado con respuestas cortas a los mensajes publicados por los estudiantes en los foros y en el correo electrónico. Esta respuesta debe ser realizada en no más de 48 horas desde que el estudiante envía el mensaje. Finalmente, la coordinación entre los profesores del mismo curso es importante para garantizar homogeneidad.

- **Orientación profesional enfocada al uso de *software* matemático:** los estudiantes de educación a distancia, y particularmente aquellos con deberes profesionales o familiares, necesitan motivación continua para que sientan que merece la pena invertir su tiempo en este programa de estudios. Esto es especialmente importante en el caso de determinadas áreas de conocimiento, como las matemáticas, que a veces son presentadas al estudiante como un cuerpo teórico sin una visible aplicación a su carrera profesional. La instrucción matemática orientada a la teoría podría tener sentido para estudiantes de una carrera pura de Matemáticas, pero habitualmente no es la mejor manera de motivar a los estudiantes que están realizando otros estudios como Ingeniería Informática o Telecomunicaciones. Por lo tanto, es importante que los estudiantes comprendan que la Estadística y las Matemáticas les proporcionan conceptos prácticos y habilidades. Por lo tanto, siempre que sea posible, un enfoque orientado a la aplicación profesional es probablemente mejor apreciado por los estudiantes y contribuirá definitivamente a niveles de motivación más altos. Sin embargo, es completamente cierto que para ser capaz de analizar y resolver problemas y escenarios reales, es obligatorio el uso de *software* matemático. El *software* estadístico y el *software* matemático disponible ofrece una calidad alta (Swain, 2009), así que la cuestión no es tanto qué *software* específico usar sino cómo integrarlo dentro del programa del curso.
- **Proceso de evaluación continua:** al menos en algunos países europeos, la mayor parte de los cursos presenciales eran tradicionalmente evaluados a través de un simple examen al final del semestre. A veces, un examen a mitad del semestre también se incluía en la evaluación. Uno de los aspectos promovidos por el Espacio Europeo de Educación Superior es la generalización de los procesos de evaluación continua en los programas de los estudios. En el caso de los estudiantes online, el uso de un sistema de evaluación continua es aún más necesario ya que está relacionado con la cuestión de motivación y puede contribuir significativamente a reducir las tasas de deserción escolar durante el semestre Juan et al. (2009).
- **Usabilidad del sistema de gestión del aprendizaje:** existen varios LMS (*e-learning management systems*) disponibles hoy tanto comerciales como gratuitos (por ejemplo, Blackboard/WebCT, Moodle y Sakai). Con lo que respecta a Estadística y Matemáticas, cualquiera de ellos puede ser una excelente alternativa, sin embargo, un problema no resuelto todavía es el desafío de la efectividad de la comunicación con símbolos matemáticos y ecuaciones. No obstante, el aspecto más importante de los LMS es su

usabilidad, por ejemplo estudiantes e profesores deben sentirse a gusto usando el LMS y las opciones principales deben ser intuitivas y fáciles de encontrar. Para Estadística y Matemáticas no se necesitan requisitos especiales, pero el sistema debe ser capaz de facilitar un espacio online para publicar notas del profesor –mensajes oficiales de los profesores a los estudiantes– y otro espacio para que los estudiantes publiquen notas y realicen debates y discusiones relacionadas con los contenidos del curso. Otras opciones deseables para los LMS sería la inclusión de un editor nativo de ecuaciones y una función de supervisión que pueda proporcionar respuestas regulares a la actividad y rendimiento de los estudiantes (Juan et al., 2009).

Referencias

- Corcoles, C., Huertas, M^a A., Juan, A. A., Serrat, C., Steegmann, C. (2006): “Math online education: state of the art, experiences and challenges”. In *Proceedings of International Congress of Mathematicians*, 578 – 579
- Hannafin, M., Hill, J., Susan, M. (1997): “Student–Centered Learning and Interactive Multimedia: Status, Issues, and Implications”. *Contemporary Education*. 8:2, 94 – 97
- Henderson, P. (2005): “Mathematics in the Curricula”. In *SIGCSE Bulletin*. 37:2. SIGCSE. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://delivery.acm.org/10.1145/1090000/1083449/p20-henderson.pdf?key1=1083449&key2=3041981711&coll=&dl=acm&CFID=15151515&CFTOKEN=6184618>
- Juan, A., Daradoumis, T., Faulin, J., Xhafa, F. (2009): “SAMOS: A model for monitoring students’ and groups’ activity in collaborative e–learning”. In *International Journal of Learning Technology*, in press.
- Juan, A., Faulin, J., Fonseca, P., Steegmann, C., Pla, L., Rodriguez, S., Trenholm, S. (2009): “Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia”. In B. Olaniran (eds.): *Cases on Successful E–Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*, pp. 298–311. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
- Lai, K. W., Pratt, K., Grant, A. (2003): “State of the Art and trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature”. Report submitted to the *Distance Learning Reference Group, University of Otago*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.otago.ac.nz/prodcons/groups/public/documents/webcontent/otago002201.pdf>
- Meyer, K. (2002): *Quality in distance education. Focus on Online learning*. Jossey–Bass, Hoboken.
- Raschke, C. (2003). *The Digital Revolution and the coming of the Postmodern University*. RoutledgeFalmer. London.

Swain, J. (2009): "A long way from flip charts". In *ORMS Today*, 36(1), 44 – 47

Walczyk, J., Ramsey, L. (2003): "Use of Learner–Centered Instruction in Collage Science and Mathematics Classrooms". In *Journal of Research in Science Teaching*. 40:6, 566 – 584

Walczyk, J., Ramsey, L., Zha, P. (2007): "Obstacles to instructional innovation according to college science and mathematics faculty". In *Journal of Research in Science Teaching*. 44:1, 85 – 106

El proyecto MEL: *Mathematical E-Learning*

“No dudo que los ingeniosos matemáticos me apoyarán si están dispuestos a reconocer y a sopesar, no de forma superficial sino con la profundidad necesaria, aquellas pruebas que he aducido en este trabajo para demostrar mis teorías.” (Nicolás Copérnico)

1. Introducción

El proyecto MEL, acrónimo de *Math E-Learning* y titulado “E-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: Tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior” es una investigación subvencionada por la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia dentro del Programa de Estudios y Análisis, BOE 15-12-2006, desarrollada entre el 1 de junio de 2007 y el 30 abril de 2008 por diversos profesores propios de la Universitat Oberta de Catalunya así como con colaboraciones de un número importante de profesores pertenecientes a distintas universidades del ámbito nacional.

Estrechamente relacionado con el tema central de la presente tesis¹, el proyecto se centró en el estudio de la formación matemática dentro del ámbito de las universidades españolas, entendiendo formación matemática en un sentido amplio que incluía la estadística, la investigación operativa, y otras áreas afines. En concreto en el estudio del estado de e-learning de las matemáticas (*mathematical e-learning*) en un sentido amplio. El estudio de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el *software* matemático-estadístico que se están usando actualmente², la tendencia futura y el impacto de su introducción en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel universitario en el ámbito español, muy especialmente el estudio de posible influencia en cambios metodológicos y curriculares. Un aspecto importante es el de la forma cómo se está integrando la formación online en las universidades que tradicionalmente han ofrecido formación presencial. Finalmente, y dado que en los momentos en que se desarrolló el proyecto la comunidad universitaria estaba inmersa en el debate y los cambios necesarios para la

¹ De hecho, la tesis está focalizada en el proyecto MEL y ampliada con: a) información relativa al marco contextual de la investigación, b) aspectos relativos al e-learning de las matemáticas, c) repetición y análisis de la etapa correspondiente al Nivel 1 de la citada investigación en el año 2011, d) realización de un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en el cuestionario en el año 2008 y el 2011, e) elaboración de una serie de buenas prácticas y aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar cursos de formación online universitarios en el ámbito de las matemáticas, entre otros.

² En este caso, cuando se nombre “actualmente” o “actual” se refiere al momento en el que se desarrolló el proyecto.

adopción del EEES, incluimos en este estudio la preocupación por las competencias que las asignaturas de matemáticas, impartidas online o con TIC, pudieran 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.

2. Antecedentes y objetivos generales

La propuesta de este proyecto se fundamentó en la combinación de los siguientes aspectos:

1. **Presencia transversal de las matemáticas en múltiples titulaciones:** Las asignaturas del área matemático-estadística forman parte, en mayor o menor grado, del currículum formativo asociado a numerosas titulaciones universitarias pertenecientes a diversos ámbitos de conocimiento: ciencias experimentales, enseñanzas técnicas, ciencias sociales y ciencias de la salud.
2. **Interés generalizado por integrar las TIC en la formación matemática universitaria:** A nivel mundial, son numerosos los grupos de docentes que han enfatizado el uso de las TIC como una importante vía para mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas (*Conference Board of the Mathematical Sciences, Mathematical Association of America, Mathematical Sciences Education Board, National Council of Teachers of Mathematics*, etc.) y, tal como argumentan algunos autores (**Kersaint, 2003; Chao, 2003**), el uso de estas tecnologías es una pieza clave en el futuro de la enseñanza de las matemáticas. En el ámbito de las universidades españolas, es manifiestamente creciente el interés que muestran los departamentos de matemáticas y estadística por incorporar las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de las asignaturas que se imparten en distintas titulaciones (**González et al., 2006; Gras et al., 2005**). El auge de las TIC en general, y de Internet en particular, ha traído consigo la aparición de numerosos espacios virtuales de aprendizaje de las matemáticas que, en muchos casos, refuerzan o complementan los métodos de enseñanza basados en la presencialidad. A la aparición de estos espacios virtuales, cabe añadir un uso, cada vez más intensivo e integrado en el currículum de las asignaturas, de *software* estadístico-matemático que fomenta los aspectos creativos del estudiante (posibilitando que éste sea capaz de experimentar y trabajar con conceptos y técnicas avanzadas), y resalta la vertiente aplicada de las matemáticas y la estadística al modelado y resolución de problemas propios de otros ámbitos de conocimiento (**Juan et al., 2006**). Con todo, existe bastante desconocimiento, por parte de los docentes de cada universidad, sobre cómo se está desarrollando la actividad docente en matemáticas en el resto de la comunidad universitaria. En especial, hay bastante desconocimiento sobre el estado de innovación tecnológica en la formación que ofrece cada universidad y sus perspectivas de evolución en el transcurso de los próximos años.

3. **Necesidad de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES):** El EEES supone una excelente oportunidad para unificar criterios académicos y facilitar la homologación de las titulaciones universitarias en el viejo continente, pero a la vez significa un nuevo reto para la mayor parte de las universidades europeas, que deberán adaptar en un breve período de tiempo su actividad docente a las nuevas directrices basadas en los principios de calidad, movilidad, diversidad y competitividad (criterio de empleabilidad). El área matemático-estadística no es ajena a este desafío y, de hecho, esta área está llamada, por sus características intrínsecas, a jugar un papel fundamental en el desarrollo de muchas de las competencias genéricas que deberán adquirir los futuros estudiantes europeos: capacidades metodológicas (organizar estrategias, resolver problemas o tomar decisiones), destrezas tecnológicas (gestión de la información, tecnologías informáticas, etc.), capacidad de crítica, habilidades en relación a los sistemas, capacidad de visión global y multidimensional de la realidad, habilidades de análisis de realidades complejas y difusas, capacidad de visión de las partes englobadas en un todo y de sus relaciones, etc. Por tanto, en el ámbito de la formación universitaria matemática, resultará necesario analizar y replantear metodologías docentes, adaptar contenidos académicos a cada titulación y ahondar en la integración de las tecnologías de la información en el proceso formativo.

Por otro lado, debido a la influencia del EEES, la nueva configuración de los entornos de aprendizaje –tanto online como presenciales y mixtos (*blended learning*)- se centra en la figura del estudiante y no en la del profesor, resultando así en una reducción de las clases magistrales y un aumento de las experiencias de trabajo en grupo, i.e., del aprendizaje colaborativo (Juan et al., 2006). Asimismo, se incorpora la adquisición de capacidades y competencias transversales en otras asignaturas.

4. **Necesidad de conocer mejor cómo se está desarrollando la actividad académica en las distintas universidades y por compartir experiencias exitosas:** Si bien hay numerosos estudios que versan sobre la formación matemática a nivel de educación primaria y de educación secundaria, son escasos los estudios centrados en formación universitaria de las matemáticas y, todavía más escasos, los estudios de calidad dedicados a la formación universitaria online de las matemáticas, sus problemáticas particulares y sus retos de futuro. El hecho de que la UOC sea una universidad en red, con colaboradores pertenecientes a otras universidades de toda España, posibilita que los investigadores principales de este proyecto mantengan estrechas relaciones de colaboración con profesores de matemáticas pertenecientes a universidades de toda España y les sitúa en una posición privilegiada como observadores de diferentes formas de desarrollar la actividad docente y académica, en general. En este nuevo contexto de la formación matemática universitaria, caracterizado por (a) la creciente incorporación de tecnologías a la actividad docente, (b) las directrices de convergencia al EEES y (c) la existencia de un interés generalizado por mejorar la calidad de la formación matemática

universitaria, resulta oportuno y necesario la investigación de la situación actual y las tendencias de futuro, y abrir espacios para compartir las experiencias docentes exitosas.

5. **Experiencia de los investigadores en e-learning:** Este proyecto del *Internet Interdisciplinary Institute (IN3)* se enmarca dentro del ámbito de investigación genérico "Sociedad de la información y el conocimiento". En concreto, el proyecto se puede contextualizar en la línea de investigación "*Teaching and learning of mathematics, science and engineering*" del grupo de investigación CIMANET (Ciencias y Matemáticas en red) del IN3. El grupo de investigadores principales de este proyecto ha logrado ya algunos resultados de interés en el ámbito del Mathematical E-Learning.
6. **Experiencia previa en proyectos del programa EA:** Los investigadores principales de este proyecto y muchos de los profesores que colaboran en el mismo participaron ya en el proyecto e-Math del IN3: "Uso e integración de Internet y *software* especializado en el diseño curricular de asignaturas cuantitativas universitarias". Este proyecto, que se desarrolló en el año 2002, fue también financiado por el Programa de Estudios y Análisis del Ministerio de Educación y Ciencia con un total de 36.600 euros (proyecto EA2002-0125). Los resultados del proyecto e-Math, fueron valorados positivamente por parte de la Subdirección General de Estudios y Análisis, siendo éste difundido a través de la página web www.univ.mecd.es. A día de hoy, la página web del proyecto e-Math (www.uoc.edu/in3/e-math) sigue recibiendo visitas de gran cantidad de estudiantes y profesores universitarios, tanto de España como de Sudamérica.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los apartados anteriores, las principales preguntas que se plantearon en este proyecto de investigación (todas ellas referidas al estado actual y tendencias emergentes del e-learning de las matemáticas en el contexto de las universidades españolas), fueron las siguientes:

La implantación del EEES tiene influencia:

1. ¿en el uso de *software* matemático-estadístico?
2. ¿sobre el uso de entornos online e Internet?
3. ¿sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación?
4. ¿sobre el uso de material o recursos en inglés?
5. ¿en el nivel de adaptación de las universidades al EEES?
6. ¿en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES?
7. ¿en el nivel de cambios que implica el EEES?
8. ¿en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de *software* matemático-estadístico?
9. ¿en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos online e Internet?
10. ¿en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES?

En correspondencia a las preguntas formuladas, los objetivos generales que se pretendían conseguir con esta investigación eran:

- (i) Obtener información sobre el estado actual del uso y la integración, e influencias, de las TIC en la formación matemática en diferentes universidades españolas y, puntualmente, en otras universidades de referencia más allá del ámbito español.
- (ii) Identificar las prácticas docentes innovadoras (especialmente aquéllas relacionadas con la formación online) utilizadas en las universidades españolas que supongan una mejora en el desarrollo de la actividad docente de las matemáticas.
- (iii) Recoger un conjunto de recomendaciones, basadas en los estudios que se lleven a cabo por parte de departamentos de matemáticas y estadística de distintas universidades del territorio nacional, que permitan adaptar las asignaturas del ámbito a los requisitos de la declaración de Bolonia.

3. Realización del proyecto

3.1. Estrategia y metodología de trabajo

1. Muestreo

Para conseguir alcanzar los objetivos generales expuestos en el apartado anterior se planteó una metodología empírica estructurada en seis grandes fases.

1. **Documentación inicial y contextualización:** Preparar la documentación inicial del estudio y una descripción introductoria del marco teórico y conceptual en que se desarrolla el proyecto. En este marco, el concepto e-learning se refiere al aprendizaje online utilizando tecnologías de la información y *software* matemático en un sistema educativo pedagógico, tecnológico y organizativamente enfocado al aprendizaje y la enseñanza integrales. Este sistema sitúa al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y, además de la tradicional adquisición de conocimientos matemáticos, desarrolla las habilidades para la resolución de problemas, el pensamiento crítico y otras habilidades metacognitivas como aprender a aprender. Los conceptos claves del estudio son del área del e-learning de las matemáticas universitarias; y es por ello que en este estudio se necesitan los conocimientos y competencias propios de un profesional del e-learning que sepa matemáticas a nivel universitario y reconozca las tecnologías y *software* matemáticos que va a encontrar en la investigación.
2. **Estrategia de investigación y diseño de la metodología:** La investigación se estructuró en tres fases o niveles, dependiendo del tipo de instrumento de recogida de datos y las técnicas de análisis, así como del alcance de los resultados a obtener. De esta manera se diseñaron los tres niveles de investigación. **NIVEL I:** Estudio del estado actual en el marco

de las universidades españolas, en las asignaturas con un amplio contenido matemático, a partir de la visión general de los docentes universitarios españoles de estas asignaturas, sobre el uso del *software* matemático/estadístico, el uso de entornos online/Internet/multimedia y los cambios que motivarían el EEES. Este estudio se llevó a cabo mediante una encuesta electrónica dirigida a la mayoría del profesorado que impartía asignaturas de matemáticas en universidades españolas. El análisis de datos requerido era de tipo cuantitativo y el alcance de los resultados era la obtención de un mapa por comunidades autónomas del estado actual en las universidades autónomas. **NIVEL II:** Investigación de prácticas docentes innovadoras que se estaban llevando a cabo en las universidades españolas. Para ello, se recogieron artículos que exponían experiencias reales: uso de entornos online para el aprendizaje, adaptación de asignaturas al EEES, uso de recursos de Internet y en inglés, etc. Se realizó un primer estudio cualitativo como complemento del descriptivo para identificar las prácticas que se consideraron innovación por los propios autores y para estudiar la tendencia de dichas innovaciones y la forma cómo estaba impactando en el modelo educativo tradicional. **NIVEL III:** Recoger recomendaciones que permitiesen adaptar las asignaturas del ámbito de las matemáticas a los requisitos de la Declaración de Bolonia, y las necesidades de los futuros titulados universitarios. Para ello se realizaron entrevistas a expertos que, por ocupar un puesto de responsabilidad en un departamento universitario o similar, estuvieran en condiciones de formular dichas recomendaciones.

3. **Recogida de datos:** El estudio realizado empleó instrumentos propios de la investigación cuantitativa complementados con métodos de estudio cualitativos. Este proyecto respondía, por tanto, a un modelo de análisis híbrido, que aprovechaba las sinergias de los dos tipos de investigación. Por un lado, para recoger datos referentes al estado actual de la materia, se usó la herramienta de encuesta electrónica. Por lo que se refería a la parte cualitativa, se recogieron artículos sobre experiencias de innovación docente basada en el uso de las TIC y se realizaron entrevistas personales. El trabajo de campo para la recogida de datos estaba dividido en tres etapas correspondientes a los tres niveles de investigación expuestos en el punto anterior. **ETAPA I** (NIVEL I): Principalmente esta etapa estaba basada en el envío y recogida de cuestionarios a profesores. Para planificar la muestra, primeramente, se realizó un estudio de la población que se llevó a cabo mediante la explotación de bases de datos existentes y la detección de información publicada en las páginas web de las distintas universidades. Fue también necesario aislar las variables, indicadores y otros conceptos clave de la investigación, seleccionar los instrumentos de recogida y elaborar los cuestionarios y protocolos que se usaron en la recogida de datos y entrevistas personales. **ETAPA II** (correspondiente al NIVEL II): Recogida de información más específica por parte del profesorado en forma de artículos sobre experiencias docentes de innovación con el uso de TIC o *software* matemático-estadístico. **ETAPA III** (NIVEL III): Realización de entrevistas personalizadas a informadores clave que tenían una visión estratégica dentro de la universidad. En todas

las etapas: codificación y tabulación de los datos recogidos en la etapa anterior para que pudieran ser tratados estadísticamente en la siguiente fase.

4. **Análisis estadístico cuantitativo:** En esta fase se procedió a analizar, utilizando técnicas de estadística descriptiva, los datos obtenidos en la ETAPA I. Se trató de obtener un mapa de la situación actual del Math E-Learning en las universidades españolas y una primera proyección sobre su evolución futura. Así pues, en este apartado se realizó una descripción, desde el punto de vista estadístico (medias multivariantes, escalas multiítems, etc.), de las principales variables relacionadas con el objeto de estudio: uso de Internet, intranets docentes y *software* específico, interacción entre los diferentes actores y componentes, grado de personalización del proceso de aprendizaje, grado de integración de las tecnologías de la información en los procesos de enseñanza-aprendizaje, frecuencias de uso de las tecnologías de la información, etc.
5. **Análisis cualitativo:** Como complemento al análisis descriptivo anterior, en esta fase se desarrolló un análisis basado en técnicas cualitativas y aplicado a los datos recogidos en la ETAPA II. En particular se pretendió dar respuesta a las preguntas de qué recursos de TIC y *software* matemático-estadístico se utilizaban, en qué asignaturas, de qué modo, con qué grado de integración en la metodología, con qué formación para profesorado y estudiantes y el grado de satisfacción de profesores y estudiantes. El objetivo era tratar de determinar la evolución de los principales indicadores que caracterizan la formación online (integración con la formación presencial, uso de Internet, intranets docentes y *software* específico, interacción entre los diferentes actores y componentes, grado de personalización del proceso de aprendizaje, etc.), los posibles nuevos modelos emergentes de e-learning, el impacto de las TICs en el cambio metodológico y de contenidos, la forma de integración con el modelo tradicional y el estado de adaptación de la actividad académica y docente en e-formación de matemáticas a la declaración de Bolonia.
6. **Establecimiento de conclusiones:** Establecer las conclusiones del estudio, dando respuesta a las preguntas de investigación para alcanzar los objetivos generales planteados.

3.2. Calendario de ejecución

Las seis fases que componían la metodología expuesta se distribuyeron en un período previsto de once meses (1 de junio 2007 – 30 de abril 2008), según se muestra en el siguiente gráfico de Gantt:

Tareas	2007							2008			
	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
Documentación	[Barra azul]										
Diseño experimental	[Barra azul]										
Recogida de datos								[Barra azul]			
Análisis cuantitativo								[Barra azul]			
Análisis cualitativo								[Barra azul]			
Conclusiones								[Barra azul]			

4. Recogida de datos

4.1. Nivel I

Para llevar a cabo el estudio del estado actual de la adaptación al EEES, del uso de las TIC y de recursos docentes en inglés en los departamentos de las universidades españolas con amplio contenido matemático, se planteó una estrategia a partir de una encuesta electrónica a docentes de matemáticas de universidades españolas. Una de las principales ventajas de este tipo de encuesta es que permite contactar con un elevado número de sujetos informantes, a la vez que su uso resulta sencillo para el usuario. Todo el proceso de elección de la muestra de población, confección de la encuesta, administración de ésta y demás aspectos relacionados con la metodología correspondiente al Nivel I está explicado en el siguiente capítulo.

4.2. Nivel II

El objetivo de esta fase era recopilar y estudiar prácticas docentes innovadoras de profesores de universidades españolas de la docencia de las matemáticas. Se propuso a profesores del ámbito de las matemáticas que nos hicieran llegar sus experiencias en innovación docente a través de artículos breves en que se describieran las actividades y experiencias que se llevaban a cabo en

sus universidades. Los artículos se publicaron en el portal web del proyecto, <http://cimanet.uoc.edu/mel>.

Esta iniciativa permitió, por un lado, realizar un análisis cualitativo de las prácticas y experiencias que se estaban llevando a cabo. Por otro lado, el hecho de que los artículos fueran públicos y consultables, permitió crear sinergias entre los mismos docentes que se enfrentaban a retos y situaciones parecidas y creaban nuevos modelos de integración de las TIC en la docencia.

La estrategia utilizada fue invitar a profesores para que colaboraran en esta parte del proyecto. Inicialmente, se invitó a profesores conocidos por el grupo de investigación. Más tarde, se extendió la invitación a todos aquellos profesores que contestaron la encuesta en su primer envío, es decir, a 1284. Por la rápida respuesta que los anteriores dieron a la encuesta, se consideró que este grupo de docentes constituía un grupo activo y, por tanto, se creyó conveniente contar con su participación.

Las invitaciones se hicieron a través de correo electrónico, a la misma dirección a la que se había enviado la encuesta, donde se invitaba a participar en un *Call for Practice Abstracts* con el texto siguiente:

CALL FOR PRACTICE ABSTRACTS

En el marco del Proyecto MEL ("E-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: Tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior", EA2007-0310), quiero invitarle a enviarnos un artículo corto (entre 1 y 4 páginas, formato libre) en el que describa alguna experiencia docente innovadora que estén desarrollando en su universidad. La experiencia podría estar relacionada con alguno de los siguientes temas:

- *Adaptación de asignaturas al Espacio Europeo de Educación Superior*
- *Uso de software matemático/estadístico en docencia*
- *Uso de entornos de aprendizaje online (Moodle, WebCT, etc.) como complemento a la formación presencial*
- *Enfoque de la asignatura y/o contextualización de la misma en el marco del plan de estudios de la titulación*
- *Incorporación de recursos de Internet y/o de recursos en inglés*
- *Etc.*

El objetivo es publicar estas experiencias o "best practices" en el portal Web del Proyecto, cuya versión actual (en fase de pruebas) se puede consultar en: <http://cimanet.uoc.edu/mel>

Para publicar junto con el artículo, también agradecería que nos mandase una foto tuya (formato JPG, PNG o TIFF) así como un breve CV (4 o 5 líneas).

El "deadline" previsto para la recepción de artículos es el 20 de marzo del 2008.

Los artículos, tanto de los profesores invitados inicialmente, como de aquéllos que contestaron el cuestionario en la primera fase y se invitó a participar, fueron recogidos en su mayoría por correo electrónico, salvo alguno que se recogió vía fax.

La respuesta a esta convocatoria fue muy satisfactoria, ya que participaron 111 profesores de 31 universidades. La aportación total fue de 66 artículos. Todos los artículos pueden consultarse en el portal web del proyecto (<http://cimanet.uoc.edu/mel>).

4.3. Nivel III

Los objetivos de esta fase correspondían a los objetivos generales del proyecto. Las entrevistas a expertos añadían una dimensión global, pues las personas elegidas se encontraban en posición de tener una visión estratégica de la universidad y su desarrollo.

Las entrevistas fueron hechas de forma asincrónica, igual que la encuesta. En esta ocasión, el formato elegido fue el correo electrónico, que demostró ser una herramienta fiable en la fase de recopilación de artículos. Se seleccionó a siete personas que reunían las características entre los profesionales de los que los investigadores tenían conocimiento y acceso. A éstos se le les envió un correo electrónico invitándoles a responder por correo electrónico, o en cualquier otro formato a convenir, a una serie de seis preguntas, redactadas teniendo en cuenta estos parámetros.

Las seis preguntas a responder eran:

1. *¿Qué competencias crees que pueden aportar las asignaturas de este ámbito a la formación de futuros titulados universitarios? (graduados y post-graduados)*
2. *¿Qué crees que pueden aportar las TIC y, en concreto, el uso de entornos online a las asignaturas de este ámbito? ¿Qué relevancia crees que tendrá su implantación como complemento a la formación presencial? (modelos semi-presenciales de formación)*
3. *¿Qué crees que puede aportar el uso de software matemático-estadístico a las asignaturas de este ámbito? ¿Cuál crees que será su nivel de uso e integración en los programas durante los próximos años?*
4. *¿Cómo crees que evolucionarán los procesos de evaluación en el contexto descrito? (tendencia hacia la evolución continua, realización de exámenes y/o prácticas con ordenador, realización de exámenes online, etc.)*
5. *¿Cómo valoras el nivel actual de uso de material y/o recursos docentes en inglés en el contexto que nos ocupa? En caso de que consideres necesario incrementar dicho uso, ¿por qué estrategias optarías?*
6. *¿Qué otros aspectos destacarías sobre la evolución de las asignaturas de este ámbito en el contexto descrito? (tendencias de futuro, cambios metodológicos, de enfoque y/o de contenidos, etc.)*

La encuesta cerrada diseñada se envió como adjunto de un correo electrónico a los siete expertos preseleccionados, teniendo en cuenta una mínima diversidad geográfica y de área de conocimiento y tipo de responsabilidad académica o de dirección.

Se acompañaba con un texto explicativo de los objetivos del proyecto, en general, y de la encuesta en particular. La encuesta fue respondida vía texto escrito en correo electrónico por cuatro de los siete invitados seleccionados. Los textos completos pueden consultarse en la web del proyecto.

4.4. Calendario

La fase de recogida de datos se llevó a cabo según el siguiente calendario:

Tareas		2007						2008		
		jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar
Etapa I : ESTUDIO ESTADO ACTUAL	Población-muestra	█			█					
	Cuestionario piloto	█		█			█			
	Cuestionario definitivo	█			█		█			
	Recogida datos	█				█				
Etapa II : RECONOCER PRÁCTICAS DOCENTES INNOVADORAS	Invitación	█						█		
	Primeras colaboraciones	█						█		
	Nueva invitación	█						█		
	Nuevas colaboraciones	█						█		
Etapa III : RECOGER RECOMENDACIONES	Invitación	█						█		
	Recogida de respuestas	█						█		

5. Análisis y resultados

5.1. Resultados del análisis cuantitativo

Si bien los resultados detallados se presentarán en el capítulo 6 de la presente tesis, se incluye a continuación un resumen de los resultados generales obtenidos recogidos en las gráficas posteriores (**Gráfica 6.1** y **Gráfica 6.2**):

- Casi 4 de cada 10 profesores encuestados (un 37%) opinaron que el nivel actual de uso de *software* de tipo matemático/estadístico era bajo o muy bajo.
- Más de 4 de cada 10 profesores encuestados (un 42%) opinaron que el nivel actual de uso de entornos online y de recursos de Internet era bajo o muy bajo.
- Casi 6 de cada 10 profesores encuestados (un 56%) opinaron que el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación era bajo o muy bajo.
- 7 de cada 10 profesores encuestados (un 70%) opinaron que el nivel actual de uso de materiales o recursos docentes en inglés era bajo o muy bajo.
- Casi 7 de cada 10 profesores encuestados (un 66%) opinaron que el nivel de adaptación al EEES era medio, alto o muy alto.
- Más de 7 de cada 10 profesores encuestados (un 73%) opinaron que el nivel de información institucional sobre el EEES era medio, alto o muy alto.
- 6 de cada 10 profesores encuestados (un 60%) opinaron que el nivel de cambios que implicaría el EEES sería alto o muy alto.
- Más de 7 de cada 10 profesores encuestados (un 73%) valoraron de forma positiva o muy positiva el uso de *software* matemático / estadístico.
- Más de 7 de cada 10 profesores encuestados (un 74%) valoraron de forma positiva o muy positiva el uso de entornos online y de Internet.

Aproximadamente, 4 de cada 10 profesores encuestados (42%) valoraron de forma positiva o muy positiva los cambios que motivaría el EEES, mientras que otros 4 de cada 10 (un 40%) se mostraron neutrales ante tales cambios.

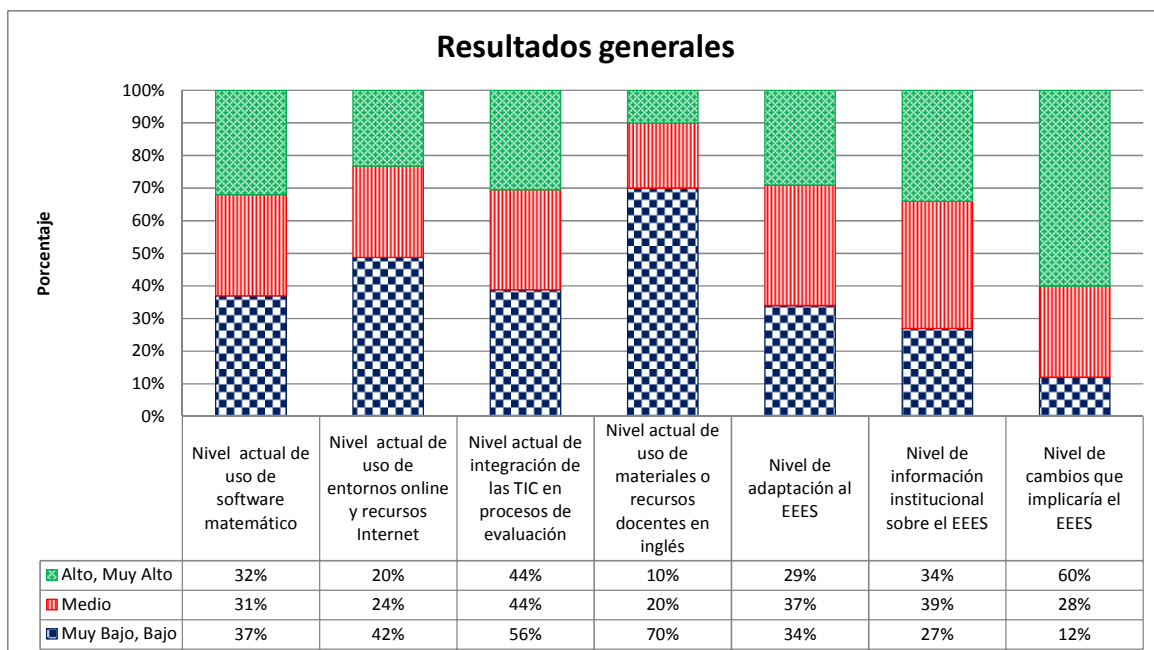


Gráfico 6.1: Resultados generales de las siete primeras variables de la encuesta

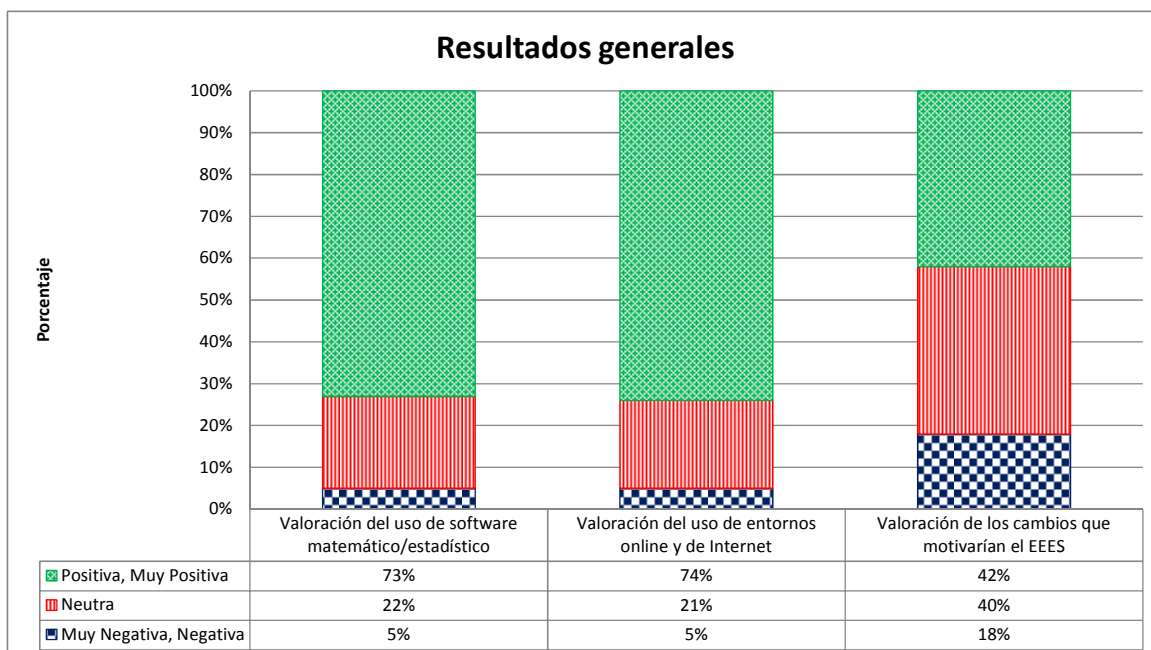


Gráfico 6.2: Resultados generales de las tres últimas variables de la encuesta

5.2. Resultados del análisis cualitativo

Este análisis cualitativo de los artículos recibidos sobre experiencias docentes innovadoras llevadas a cabo por sus autores en las universidades donde trabajaban o colaboraban, complementó los resultados del análisis estadístico ya expuesto en la fase anterior. Respecto a los objetivos generales del estudio, los principales resultados que pudimos deducir fueron los siguientes:

- a) En relación a la evolución presente y futura de los principales indicadores que caracterizaban la formación matemática online: integración con la formación presencial, uso de Internet, intranets docentes y *software* específico, interacción entre los diferentes actores y componentes, grado de personalización del proceso de aprendizaje, etc.,
 - De los 60 artículos recibidos, hubo un 60% (36 artículos) que hablaban del uso de un VLE, o de más de uno. Claramente Moodle era el entorno más habitual entre los artículos recibidos, puesto que había 19 autores -de los 36 que innovaban con VLE- que en sus artículos comentaban que lo usaban. En un segundo lugar aparecía el campus virtual, comentado en 6 artículos.
 - En los artículos en los cuales los VLE incidían en la metodología docente, se observó que en todos ellos la no-presencialidad era un elemento recurrente.
 - En cambio, en los casos en que los VLE no incidían en la docencia, se observó que en su totalidad -24 artículos-, el uso que daban a los VLE tenían que ver con la gestión de recursos docentes y elementos de comunicación entre profesor-alumnos y/o entre los alumnos.
 - De los 60 artículos recibidos, hubo 17 (28,33%) en los cuales se explicaba el uso de uno o varios *software* matemático-estadísticos (había gran variedad de los mismos), no existía un *software* que claramente fuera el más utilizado en las universidades de este estudio. No obstante, el *software* más común en los artículos que recibimos era *Matlab* usado en 4 de ellos, seguido por *Mathematica* que aparecía en 3 ocasiones, y *Derive* en 2. El resto de *software* matemático-estadístico citados – *Minitab*, *Maple*, *Eviews*, *Excel*, *SPSS*,... - sólo aparecía en un artículo.
 - El uso de TIC aparecía en 22 artículos (36,67%). Estos 22 artículos nos hablaban del uso de 32 TIC diferentes, así pues, y como ocurre en el caso anterior, había aulas en las cuales se usaba más de una TIC. Las TIC más habituales en los artículos eran Internet (8 artículos), y las páginas web –de profesores o de la propia institución- y los portales web (también 8 artículos).
- b) Los posibles nuevos modelos emergentes de e-learning de las matemáticas, el impacto de las TICs en el cambio metodológico y de contenidos y la forma de integración con el modelo tradicional.

- Se observó que el uso que se daba a los VLE, en ocasiones, era a modo de complemento a la docencia, mientras que en otros artículos se presentaban la VLE como ejes de un cambio en la metodología de la asignatura. De los 36 artículos donde los VLE eran el eje de la innovación que se presentaba, vimos que en 24 artículos (66,67%) los VLE se utilizaban como complemento a la docencia. Mientras, en los 12 artículos restantes (33,33%), los VLE pudimos considerar que incidían en la docencia.
- Las propuestas metodológicas expuestas en los artículos mostraban esta tendencia a lo que se podía llamar –a grandes rasgos- una docencia no-presencial, en general como complemento de la presencial. Esta no-presencialidad tenía distintas vertientes: ejercicios autoevaluativos (fuera del horario escolar), trabajo en grupo, material de aprendizaje multimedia y aprendizaje semipresencial y/o no-presencial.
- Los casos en que los VLE no incidían en un cambio metodológico de la docencia, se observó que en su totalidad -24 artículos-, el uso que daban a los VLE tenía que ver con la gestión de recursos docentes y elementos de comunicación entre profesor-alumnos y/o entre los alumnos.
- El uso del *software* matemático-estadístico podía igualmente significar un cambio en la metodología de la asignatura o simplemente un complemento la docencia. De los 17 artículos donde la tecnología que aparecía era el *software* matemático-estadístico, había 5 artículos (29,41%) que nos explicaban de forma más o menos directa que el uso de este *software* significaba un complemento en la docencia. En los 12 artículos restantes (70,58%), el *software* incidía en la docencia y nos hablaban de 18 *software* matemático-estadístico, por lo cual, había artículos donde aparecía el uso de más de uno de estos *software*.
- Los cambios metodológicos que aportaban el uso del *software* matemático-estadístico eran: uso de simulación y estudio de casos, visualización de ejercicios, prácticas con datos “reales”, trabajar más el concepto que el cálculo con algoritmos, cambios en la evaluación, cambio del currículum.
- Se observó que en algunos casos el uso de las TIC significaba una modificación de la metodología tradicional, mientras que en la mayoría de los casos no se observaba ninguna modificación. En 6 de los 22 artículos (27,27%), el uso de las TIC era un elemento esencial de la “nueva” –en el sentido de diferente a la “tradicional”– metodología que se estaba llevando a cabo.



Figura 6.1: Nube de palabras de los principales resultados cualitativos

6. Beneficios y difusión

6.1. Beneficios del proyecto

Con este proyecto se pretendía crear un marco de referencia teórico y práctico que pudiera ser de utilidad para cualquier equipo de profesores universitarios responsable del diseño de asignaturas matemáticas, en especial cuando éstas tuvieran un carácter netamente aplicado y pretendieran hacer un uso intensivo de las posibilidades que ofrecieran las tecnologías de la información (en particular, cuando se deseara complementar la actividad docente presencial con formación online o bien se deseara diseñar cursos completamente online).

Asimismo, se pretendía que la recopilación realizada de recursos metodológicos y de evaluación, herramientas tecnológicas y experiencias positivas relacionadas con la docencia universitaria de las matemáticas sirviera para generar y fomentar el intercambio entre los distintos actores del sector, así como para difundir la propia existencia de dichas herramientas.

6.2. Difusión de los resultados

Tanto el material generado a lo largo del desarrollo del proyecto (propuestas, modelos metodológicos y de evaluación, experiencias positivas, etc.), como los resultados del mismo se podían –y pueden– consultar a través de la página web del proyecto, <http://cimanet.uoc.es/mel>, citándose el hecho de que éste era un proyecto financiado mediante el Programa de Estudios y Análisis de la Secretaría de Estado de Educación y Universidades.

Además de la página web, el trabajo y los resultados del proyecto se difundieron a través de:

- **ARTÍCULOS**

La generación de artículos publicados en revistas especializadas, tanto nacionales como internacionales, donde se citaba la financiación por parte de la Secretaría de Estado de Educación y Universidades.

- ✓ Juan, A.; Steegmann, C.; Martínez, M.; Huertas, M.; Simosa, J. (2011): “**Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors’ point of view**”. Int. J. of Mathematical Education in Science and Technology, DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X. (HAROSA)
- ✓ Juan, A.; Minguillon, J.; Huertas, A.; Cavaller, V.; Sancho, T. (2011): “**Computer-Supported Statistics Courses in Online Environments: adding e-repositories to the equation**”. Int. Journal of Teaching and Case Studies. ISSN: 1749-9151
- ✓ Faulin, J.; Juan, A.; Fonseca, P.; Rodríguez, S. (2009): “**Learning Operations Research online: benefits, challenges and experiences**”. Int. Journal of Simulation and Process Modelling, Vol. 5, No. 1, pp. 42-53 (indexed in Scopus). ISSN: 1740-2123
- ✓ Fonseca, P.; Pla, L.; Juan, A.; Faulin, J.; Rodríguez, S. (2009): “**Simulation Education in the Internet Age: Some experiences on the use of pure online and blended learning models**”. In Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC09), pp. 299-309, ISBN: 978-1-4244-5772-4. IEEE Catalog Number: CFP09WSC-CDR. Library of Congress: 87-654182. Austin, Texas, USA. December 13-16. (HAROSA)
- ✓ Steegmann, C.; Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M. (2008): “**E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías**”. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Volumen 5, Issue 2, pp. 1-14. ISSN: 1698-580X
- ✓ Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M.; Steegmann, C. (2008): “**Mathematical E-Learning in the context of the European Space of Higher Education: The Case of the Spanish University System**”. In Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008), pp. 7001-7007. ISBN: 978-84-612-5091-2.D.L. v-4318-2008. Madrid, Spain. Noviembre 17-18.

- ✓ Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Corcoles, C.; Serrat, C. (2008): “**Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia**”. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Volume 39, Issue 4, pp. 455-471 (indexed in Scopus). ISSN: 0020-739X
 - ✓ Minguillon, J.; Huertas, A.; Juan, A.; Sancho, T.; Cavaller, V. (2008): “**Using learning object repositories for teaching Statistics**”. In Proceedings of the First Workshop on Methods and Cases in Computing Education (MCCE 2008), pp. 53-61. ISBN: 978-84-691-8558-2. Salamanca, Spain. 22 Octubre
 - ✓ Huertas, M.; Juan, A.; Serrat, C.; Corcoles, C.; Steegmann, C. (2006): “**Math On-line Education: state of the art, experiences and challenges**”. Abstract in Proceedings of the 2006 International Congress of Mathematicians (ICM 2006), pp. 578-579. ISBN: 978-3-03719-022-7. Madrid, Spain. August 22-30.
 - ✓ Huertas, M.; Juan, A.; Steegmann, C. (2006): “**Designing Math on-line Courses for CS Students: experiences at the UOC**”. In Proceedings of the First WebALT Conference and Exhibition (WebALT06), pp. 7-21. ISBN: 952-99666-0-1. Eindhoven, Holland. January 5-6.
 - ✓ Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Terradez, M. (2006): “**TIC y Matemáticas en la UOC**”. Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 7. ISSN: 1138-9737
 - ✓ Serrat, C.; Juan, A.; Ferrer, A.; Torrent, T.; Hernando, B. (2006): “**Teaching Applied Statistics at UPC: integrating lectures, statistical software and e-learning**”. Abstract in Proceedings of the 2006 International Congress of Mathematicians (ICM 2006), pp. 580-581. ISBN: 978-3-03719-022-7. Madrid, Spain. August 22-30.
- **LIBROS DE INVESTIGACIÓN Y CAPÍTULOS DE LIBROS**
 - ✓ Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): **Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies** (IGI Series in Advances in Distance Education Technologies). IGI Global, Hershe, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
 - ✓ Trenholm, S.; Juan, A.; Simosa, J.; Oliveira, A.; Oliveira, T. (2011): “**Some Long-Term Experiences on Mathematical E-Learning in Europe and USA: A comparative study regarding different higher-education models**”. In: Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
 - ✓ Juan, A.; Faulin, J.; Fonseca, P.; Steegmann, C.; Pla, L.; Rodriguez, S.; Trenholm, S. (2009): “**Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia**”. In B. Olaniran (ed.): *Cases on Successful E-Learning Practices in the Devoleped and Developing World: Methods for the Global Information*

Economy, pp. 298-311. ISBN: 978-1-60566-942-7. IGI Global, Pennsylvania, USA. (HAROSA)

- **CONFERENCIAS INTERNACIONALES**

Durante el desarrollo del proyecto se participó en congresos y seminarios alrededor de las temáticas tratadas en el proyecto. Los investigadores del proyecto Mathematical E-Learning tomaron parte en dichos eventos, siempre haciendo referencia al proyecto mencionado. Fueron los siguientes:

- ✓ Simosa, J.; Juan, A.; Oliveira, T.; Martinez, M.; Oliveira, A.; Faulin, J.; Trenholm, S.: **“Some experiences on the design and implementation of Operations Research courses in Web-based environments”**. 24th European Conference on Operational Research (EURO 2010). Lisboa, Portugal. 11-14 Julio, 2010 (HAROSA)
- ✓ Faulin, J.; Juan, A.; Pla, L.: **“Simulation Education in the Internet Age: Some Experiences in three Spanish Universities”**. 23rd European Conference on Operational Research (EURO 2009). Bonn, Germany. July 5- 8, 2009
- ✓ Juan, A.; Huertas, M.; Lapedriza, A.: **“Mathematical E-Learning in Spain”**. Invited seminar at the I Workshop UAberta-UNED-UOC on Mathematics at Distance. Lisboa, Portugal. 24-26 Junio, 2009
- ✓ Pla, L.; Rodriguez, S.; Fonseca, P.; Juan, A.; Faulin, J.: **“Learning Operations Research Online: Benefits, Challenges and Experiences”**. 18th Triennial Conference of the International Federation of Operational Research Societies – IFORS 2008. Sandton, South Africa. July 14-18, 2008.
- ✓ Steegmann, C.; Juan, A.; Huertas, M.A.; Perez, A.; Sancho, T.; Corcoles, C.: **“E-Math Project: An Open and e-Collaborative Mathematical Repository developed at the Open University of Catalonia”**. 3rd Joining Educational Mathematics Workshop. Barcelona, Spain. January 31 – February 2, 2008.
- ✓ Sancho, T.; Huertas, M.A.; Corcoles, C.; Juan, A.; Perez, A.: **“Tutorial action prior to the enrollment of mathematical subjects in Technical Engineering”**. 3rd Joining Educational Mathematics Workshop. Barcelona, Spain. January 31 – February 2, 2008.

- **SEMINARIOS**

- ✓ Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Prat, M.: **“Mathematical E-Learning: Estado de la cuestión y experiencias en la Universitat Oberta de Catalunya”**. Invited seminar at the Centro Superior de Innovación Educativa of the Public University of Navarre. Pamplona, Spain. 17 Abril 2008.
- ✓ Minguillón, J.; Juan, A.; Cavaller, V.: **“Creación de un repositorio de objetos de aprendizaje en Estadística”**. In Proceedings of the II Jornadas en Red sobre el

Espacio Europeo de Educación Superior, pp. 124-125. ISBN: 978-84-691-0147-6. Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona, Spain. November 16, 2007.

- ✓ Huertas, M.; Juan, A.; et al: **“Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas”**. XI Congreso Universitario en Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú, Spain. July 23-25, 2003.

- **PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**
 - ✓ 2008-2009: **“e-M@th++: Análisis de tecnologías emergentes para la creación de repositorios web inter-universitarios en el ámbito de las matemáticas y la estadística”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2008-0151. Main researcher: Dr. Julian Minguillon (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 26,700 euros
 - ✓ 2008-2009: **“Disseny i creació d’un repositori d’objectes d’aprenentatge de Matemàtiques Estadística”**. Department of Universities, Research & Information Society of the Catalan Government. 2008MQD 00131. Main researcher: Dra. Maria A. Huertas (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 9,600 euros
 - ✓ 2007-2009: **“Joining Educational Mathematics”**. eContentPlus 38208 Thematic Network (European Commission). Main researcher: Dr. Mika Seppälä (University of Helsinki). Subvention: 100,000 euros
 - ✓ 2006-2009: **“REMIC: Recerca en Educació Matemàtica i Científica”**. Department of Universities, Research & Information Society of the Catalan Government. XIRE 2006, DOGC 4595. Main researcher: Dra. Roser Pintó (Universitat Autònoma de Barcelona, Spain). Subvention: 100,000 euros
 - ✓ 2002-2003: **“e-Math: Uso e integración de Internet y software especializado en el diseño curricular de asignaturas cuantitativas universitarias”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2002-0125. Main researcher: Dr. Josep M. Duart & Dr. Angel A. Juan (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 36,600 euros

- **PROYECTOS INNOVACIÓN ACADÉMICA**
 - ✓ 2010-2011: **“HANDMATH: Handwriting math recognition”**. Vice-Chancellor for Research & Innovation, Open University of Catalonia (UOC). Coordinator: Dr. Antonia Huertas. Subvención: 4.300
 - ✓ 2007-2008: **“Creación de un contenedor con objetos de aprendizaje para estadística”**. Vice-Chancellor for Research & Innovation, Open University of Catalonia (UOC). Coordinator: Dr. Julià Minguillón. Subvention: 2,000 euros.
 - ✓ 2005-2008: **“Desarrollo de un curso de matemáticas para estudiantes de Topografía basado en Maple”**. Vice-Chancellor for Research & Innovation, Technical University of Catalonia (UPC). Coordinator: Dr. Juanjo Rodríguez. Subvention: 1,715 euros.

- **COLABORACIONES**

El grupo CIMANET participa en redes de investigación a nivel nacional e internacional. A través de esta participación, el proyecto se dio a conocer entre grupos de investigación que explorasen contenidos similares, dando lugar a sinergias compartidas entre los grupos.

CIMANET pertenece a:

- ✓ **Red REMIC (Investigación en Educación Matemática y Científica)**

Esta red está financiada por el AGAUR (Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación de la Generalitat de Cataluña) como red de incentiación de la investigación educativa. Está coordinada por la Dra. Roser Pintó, directora del CRECIM (Centro de Investigación en Educación Científica y Matemática) de la Universidad Autónoma de Barcelona. Aglutina a 15 grupos de investigación en educación de las ciencias y las matemáticas de 7 universidades catalanas (UAB, UB, UdG, UdL, UPC, UPF y UOC). Cuenta con más de 175 miembros en total, entre investigadores, formadores y docentes de primaria y secundaria. La red organiza conferencias, seminarios y jornadas de trabajo enfocados a la consecución de sus objetivos primordiales:

1. Potenciar las actividades de los grupos de investigación.
2. Impulsar la formación y la carrera investigadora de jóvenes investigadores en el área.
3. Facilitar la proyección local, nacional e internacional de los resultados de las investigaciones llevadas a cabo por los grupos de la Red.
4. Apoyar a los grupos de investigación para la obtención de recursos de financiación.
5. Colaborar con las entidades político-administrativas en la búsqueda de soluciones a los problemas educativos del ámbito, promoviendo la transferencia de conocimientos entre la investigación y el ámbito educativo.
6. Evidenciar y dar a conocer la función social de la investigación sobre la enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas.
7. Evidenciar el interés de tomar decisiones educativas fundamentadas en la investigación en el ámbito de estudio.
8. Potenciar la relación con/entre instituciones, organismos, empresas, etc.
9. Facilitar la interacción entre los grupos de investigación de la Red de forma que se perfilen potentes líneas estratégicas comunes.
10. Coordinar esfuerzos para hacer de la Red una entidad de referencia en Cataluña y con proyección internacional.

Página web de la red REMIC: <http://antalya.uab.es/crecim/xarxaremic/>

- ✓ **JEM (Joining Educational Mathematics)**

JEM es una red financiada por la Unión Europea. Empezó en agosto de 2006 y funcionó durante 3 años. Veinte universidades europeas eran miembros de esta red, entre las cuales se encontraba la UOC. El objetivo de la red temática JEM era reunir la

experiencia profesional necesaria y contribuir a la coordinación de actividades de enriquecimiento de contenidos en el área de matemáticas, y especialmente en el e-learning de matemáticas. El verdadero reto del e-learning era producir contenidos que mejorasen la forma en que se enseñaba y la forma en que los alumnos estudiaban. Este objetivo era más complicado de lo que pudiera parecer, pues se requería la experiencia de profesionales dispares, como podían ser matemáticos, programadores, editores y expertos en didáctica. La red JEM trabajaba en este sentido. Además del trabajo presencial, la comunidad JEM disponía de recursos en Internet, como por ejemplo:

- Una base de datos de autores y desarrolladores, disponible para usuarios registrados
- Repositorio de contenidos de e-matemáticas
- Secciones de noticias, productos y servicios
- Wiki de trabajo, dividido en secciones según su contenido
- Línea directa con expertos en e-matemáticas
- Posibilidad de sindicarse a blogs, recursos, etc.

Página web de JEM: <http://www.jem-thematic.net/>

• TESIS DOCTORAL

La presente tesis doctoral se está realizando en el marco de este proyecto. Estos son los datos relativos a la tesis:

- ✓ Proyecto de tesis “E-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: Tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al nuevo espacio europeo de educación superior”.
- ✓ Palabras clave: enseñanza universitaria, enseñanza de las matemáticas, formación online, espacio europeo de educación superior, tecnologías de la información, *software* matemático.
- ✓ Universidad: Universitat Oberta de Catalunya (www.uoc.edu)
- ✓ Período de desarrollo: 2006 - 2011
- ✓ Doctoranda: Cristina Steegmann Pascual [csteegmann@uoc.edu] Licenciada en Matemáticas (Universitat Autònoma de Barcelona), Diploma de Estudios Avanzados y Máster en Sociedad de la Información y el Conocimiento (UOC)
- ✓ Directora: Dra. Maria Antònia Huertas Sánchez (UOC)
- ✓ Co-Director: Dr. Ángel A. Juan Pérez (UPC)
- ✓ Tutor: Dr. Albert Gras Martí (Universidad de Alicante)

Web: <http://emath.wordpress.com/>

6.3. Web

La página web del proyecto fue la herramienta elegida como soporte para hacer difusión del mismo a largo plazo, aprovechando las ventajas que ofrece Internet, como la de tener siempre disponible los contenidos, y su facilidad de actualización.

El portal web contenía –y contiene– toda la información acerca del proyecto realizado: los objetivos, metodología, proceso de desarrollo, artículos, publicaciones del grupo, etc. En este sentido, se convierte en una herramienta muy útil, no solamente para hacer difusión del proyecto, sino por la información que contiene, obtenida a través del proyecto. Por ejemplo, los artículos que han escrito los colaboradores del proyecto se pueden consultar libremente en el portal. También se pueden leer las entrevistas realizadas a expertos del sector, así como consultar el resultado de las encuestas y las publicaciones generadas a partir del proyecto. A partir de la página web, se expone el proceso de investigación de una forma totalmente transparente. Además, constituye una herramienta útil para toda la comunidad universitaria implicada en la docencia de matemáticas, pues contiene una idea general del panorama actual del uso de las TIC, de *software* matemático-estadístico, la convergencia con el Espacio Europeo de Educación Superior, etc. De esta forma, permite analizar y comparar prácticas, así como compartir experiencias y resultados.

7. Conclusiones del proyecto

A partir del análisis estadístico de las encuestas, se pueden deducir algunos resultados interesantes, entre otros:

- Entre los 1931 profesores que respondieron a la encuesta, hubo un consenso generalizado (73%) en que el uso del *software* matemático/estadístico en la actividad docente era positivo o muy positivo. Sin embargo, un 68% de las respuestas apuntaban que el nivel de uso que en el momento de realización del proyecto se le estaba dando a este tipo de herramienta tecnológica era muy bajo, bajo o medio. Esto hizo pensar que, si bien se reconocía el potencial de este tipo de *software*, todavía no se le estaba sacando todo el rendimiento posible. Es más, un 80% de las respuestas afirmaban que el nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación (existencia de prácticas con *software* evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.) era muy bajo, bajo o medio. Por ello, era de esperar que en los próximos años se produciría un incremento significativo tanto en el nivel de uso de esta tecnología como en su nivel de integración dentro de los procesos de evaluación, i.e.: habida cuenta del potencial que se le reconocía, era de esperar que se tendiese a incrementar el uso del *software* matemático/estadístico en las asignaturas y, a la vez, que éste se fuera integrando cada vez más en los procesos evaluativos vía prácticas con ordenador, etc. Cabe destacar, sin embargo, que la situación no era la

misma en todas las comunidades autónomas (CC. AA.), puesto que en algunos casos (p.e.: Navarra y Aragón) el uso de estas tecnologías ya parecía ser algo bastante extendido. Evidentemente, esta evolución debía ser fomentada por parte de las instituciones, que debían 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.).

- Por lo que se refiere al uso de entornos online y de Internet, entre los 1931 profesores que respondieron a la encuesta había también un consenso generalizado (74%) en que éste era positivo o muy positivo. Este dato contrastaba con el hecho de que un 70% de los participantes habían manifestado que el nivel de uso de estas tecnologías era bajo, muy bajo o medio. Por ello, cabía esperar también cambios significativos (un incremento importante) durante los próximos años por cuanto al uso de entornos online e Internet se refería. Nuevamente, la situación no era la misma en todas las CC.AA. puesto que en algunas de ellas el uso de este tipo de entornos ya era una práctica bastante habitual (p.e.: Navarra, Canarias y La Rioja). Evidentemente, éste era un aspecto donde el papel de la institución era fundamental, puesto que le correspondía a ésta ofrecer los recursos tecnológicos y la infraestructura necesaria para que profesores y estudiantes pudieran ejercer su actividad de enseñanza/aprendizaje en este tipo de entornos. Asimismo, la institución debía proporcionar los cursos de reciclaje y formación necesarios para que sus profesores pudieran sacar el máximo provecho a este tipo de tecnología en su actividad docente.
- En lo referente al uso de materiales y recursos en inglés, la situación era bastante preocupante en todas las CC.AA. Un 70% de los participantes afirmaban que el nivel de uso del inglés era bajo o muy bajo, llegando este porcentaje al 90% si incluíamos también la categoría de uso medio. Evidentemente, esta era una situación que contrastaba con la idea de crear un Espacio Europeo de Educación Superior, donde se suponía una cierta internacionalización de los programas que favoreciera la movilidad entre profesores y estudiantes de distintos países europeos. Se imponía, 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 suponía que el estudiante disponía 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 1931 participantes había bastante consenso (60%) en que el EEES implicaría un nivel de cambios (en metodología, contenidos y/o sistema de evaluación) alto o muy alto con respecto a la situación actual. Esta opinión era común en todas las CC.AA., si bien es en La Rioja, Canarias, Navarra, Murcia, Asturias y Castilla La Mancha donde se percibía la próxima

aparición de cambios importantes como respuesta a las directrices del EEES. Esta opinión generalizada de que el EEES implicaba cambios importantes en el sistema universitario contrastaba con el hecho de que un 71% de los participantes manifestaba que el nivel actual de adaptación al EEES era muy bajo, bajo o medio. Por CC.AA., sólo en Castilla La Mancha parecía haber una sensación bastante generalizada de que el nivel de adaptación actual era alto o muy alto. Por lo que se refería al nivel de información institucional sobre el EEES, un 73% de los participantes afirmaba que éste había sido muy alto, alto o medio, lo que parecía indicar una cierta satisfacción en cuanto al grado de información recibido. Esta opinión parecía especialmente fundamentada en algunas CC.AA. como, p.e., Cantabria y La Rioja. Parecía claro, pues, que el profesorado en general era consciente de que el EEES implicaba e implicaría cambios significativos en la manera de desarrollar su actividad profesional docente. También aquí las instituciones deberían 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%) hubo manifestado su opinión de que estos cambios podían afectar de forma negativa o muy negativa a su actividad docente.

El análisis cualitativo de los artículos de prácticas docentes innovadoras complementó algunos de los resultados anteriores:

- En los 60 artículos recibidos, observamos que frente a los 36 artículos (60%) que hablaban del uso de los entornos de aprendizaje virtual (VLE), sólo había 16 artículos (26,67%) en los cuales se comentaba el uso de *software* matemático-estadístico. No había muchos artículos que hablaran de *software* matemático como innovación si los comparáramos con los artículos que hablaban de los VLE. ¿Cuál podía ser el motivo? Quizás para los autores de los artículos el uso de *software* era un hecho más habitual y de recorrido más largo que el uso de los VLE, lo que le llevó a ser visto desde una perspectiva distinta, ya no tanto como un elemento innovador, sino como un elemento docente per se.
- De los 36 artículos donde los VLE eran el eje de la innovación que se presentaba, vimos que en 24 artículos (66,67%) los VLE se utilizaban como complemento a la docencia. Mientras, en los 12 artículos restantes (33,33%), los VLE pudimos considerarlos que incidían en la docencia. Nos preguntamos el porqué del alto porcentaje de uso del VLE como complemento a la docencia y sin que hubiera una incidencia importante en la metodología docente. Una posible respuesta sería que estábamos en un momento inicial del uso de esta tecnología, y por consiguiente no estaba suficientemente implantada y/o asumida.
- Por otro lado, en relación al elevado uso de los VLE, teníamos indicios para pensar en el hecho que los VLE de los que hablaban algunos de los profesores eran entornos que las propias universidades habían instalado y de las cuales se potenciaba –o se intentaba potenciar– el uso, por lo tanto respondían a una apuesta de la institución. Así, el uso de

algunas TIC –como los *Tablet PC* o similares, de algunos *software*, etc.–, requerían una infraestructura complicada de organizar. Por lo cual, la tecnología muchas veces podía depender de los presupuestos y/o las políticas educativas, o de las diferentes instituciones docentes. Por tanto, las instituciones tenían mucho que decir sobre la implantación de ciertas tecnologías.

- De los 17 artículos donde la tecnología que aparecía era el *software* matemático-estadístico, había 5 artículos (29,41%) que nos explicaban de forma más o menos directa que el uso de este *software* significaba un complemento en la docencia. En los 12 artículos restantes (70,58%), el *software* incidía en la docencia y nos hablaban de 18 *software* matemático-estadístico, por lo cual, había artículos donde aparecía el uso de más de uno de estos *software*. ¿Por qué su uso era más un cambio docente que el uso de los VLE? Quizá sea un tema de tiempo, el *software* matemático-estadístico hacía más tiempo que se usaba en las universidades españolas, por consiguiente, su uso era más generalizado y se percibía menos como un aspecto innovador. Este era un punto que quedaba sin confirmar.
- En relación a las modificaciones o incidencias en la metodología de las TIC y los VLE, éstas no eran específicas para las asignaturas de matemáticas, sino que eran cambios aplicables a cualquier otra asignatura. De alguna manera era más un cambio de metodología docente en general que no concreta de un área en particular. En realidad, la no presencialidad (que es la manera como se observa que inciden los VLE en la docencia) se podía llevar a cabo en cualquier asignatura; en cambio, el *software* matemático-estadístico modificaba aspectos metodológicos más específicos de las asignaturas de matemáticas. Por ejemplo, éste permitía una mayor visualización de los conceptos, así como el trabajo con casos reales, la simulación, e incluso modificaciones en el proceso de evaluación. Es por ello que el uso de *software* matemático producía cambios de metodología específicos en las asignaturas de matemáticas.
- Observamos que estos cambios metodológicos que permitía el *software* matemático-estadístico eran independientes de la presencialidad o no de la docencia, frente a los cambios que proponía el uso de los VLE que se relacionaban con la docencia no-presencial.
- Una reflexión que emergía de la lectura de los artículos, era entender cómo se llevaban a término los procesos de cambio metodológico. ¿Es el propio hecho de disponer de un recurso tecnológico (*software*, VLE, etc.) lo que incitaba a su uso por parte de los profesores y, a su vez, este uso incidía y modificaba la metodología?, ¿o, por el contrario, era la búsqueda de una nueva metodología la que llevaba a los profesores a buscar nuevos recursos tecnológicos?. Probablemente, en la mayoría de las situaciones se trataba de una combinación simultánea de ambas aproximaciones.

En relación a las entrevistas a los expertos, los puntos coincidentes destacables son los siguientes:

- Las competencias que las asignaturas de este ámbito pueden aportar a la formación de futuros titulados universitarios son las de pensamiento abstracto y razonamiento lógico, la capacidad de análisis y de resolución de problemas, el rigor y la precisión, todas ellas valoradas en el desarrollo profesional.
- La aportación de las TIC –en concreto el uso de entornos online en las asignaturas de matemáticas–, y su relevancia en modelos semi-presenciales de formación tiene valor en sí misma por su uso generalizado y por el valor añadido que ofrece. Además, el modelo semi-presencial, basado en las TIC, puede mejorar la metodología, hacer más atractiva la asignatura y permitir la personalización del aprendizaje. Se prevé que su uso será cada vez más intenso, aunque la evolución puede ser más lenta de lo deseable.
- La aportación del uso de *software* matemático-estadístico a las asignaturas de matemáticas y su nivel de uso e integración en los programas durante los próximos años implica una mejora docente en cuanto a la comprensión de conceptos. Hay una diversidad de opiniones en cuanto a la importancia de estas tecnologías, que va desde su consideración como recurso necesario hasta su consideración como complemento en la resolución práctica de “casos reales”. Su nivel de integración debe ser el mayor posible. Por otra parte, estos recursos deben ser accesibles desde fuera de las aulas y su implantación se prevé paralela al uso de otras tecnologías.
- La opinión sobre la evolución futura de los procesos de evaluación es unánime: se tiende hacia una evaluación continua y más personalizada.
- El nivel actual de uso de material y/o recursos docentes en inglés –en el contexto que nos ocupa– se considera deficiente, por lo cual se valora como necesario un incremento de dicho uso. La estrategia general que se adoptarían sería la de fomentar la existencia de recursos docentes en inglés, especialmente en aquellas asignaturas más avanzadas de cada titulación.
- Otros aspectos destacados sobre la evolución de las asignaturas del ámbito matemático (tendencias de futuro, cambios metodológicos, de enfoque y/o de contenidos, etc.) son los siguientes: (a) se prevé que evolucionen a modelos que cuenten con una herramienta online (VLE), (b) se prevé un cambio significativo tanto metodológico como de contenidos, aunque siempre hay voces críticas ante lo que parece una reducción de contenidos, y (c) cabe hacer una distinción clara entre las asignaturas iniciales de cada titulación y las más avanzadas; en este sentido, se propone la conveniencia de usar técnicas docentes diferentes para cada caso.

Referencias

- Chao, J. (2003): "Effective Math *On-line* Learning (EMOL)". In Proceedings of *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*, 1, 3061 – 3064

- González, J., Cobo, E., Martí, M., Muñoz, P. (2006): "Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para la formación universitaria". En *Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_gonzalez_cobo_marti_munoz.htm
- Gras, A., Cano, M. (2005): "Debates y tutorías como herramientas de aprendizaje para alumnos de ciencias: análisis de la integración curricular de recursos del campus virtual". En *Enseñanza de las ciencias*, 23:2, 167 – 180
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Terradez, M. (2006): "Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas: la experiencia de los estudios de informática y multimedia de la UOC.". En *Teoría de la Educación: Educación y cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_juan_huertas_steegman_terradez.htm
- Kersaint, G. (2003): "Technology beliefs and practices of Mathematics Education Faculty". In *Journal of Technology and Teacher Education*, 11:4, 549 – 577

Diseño del experimento-encuesta del proyecto MEL: variables, cuestionario y muestra

“En general, todo matemático se siente empujado hacia la investigación; más tarde, siente el interés por transmitir a los demás sus conocimientos...” (Santaló, 1990)

1. Introducción

Una vez llevada a cabo la descripción introductoria del marco teórico y contextual que se desarrolla en la tesis, se debe pasar a la segunda fase de la investigación, esto es, a la recogida de datos (para que éstos puedan ser tratados estadísticamente en la siguiente etapa).

Para recoger datos referentes a los objetivos de la tesis, se utilizó la herramienta del cuestionario. El trabajo de campo para la recogida de datos se dividió en dos etapas correspondientes a las que se exponen en el capítulo 1:

- **ETAPA I:** Envío y recogida de cuestionarios a profesores en el año 2008. Para planificar la muestra, primeramente, se realizó un estudio de la población que se llevó a cabo mediante la explotación de bases de datos existentes y la detección de información publicada en las páginas web de las distintas universidades. Fue necesario, asimismo, aislar las variables, indicadores y otros conceptos clave de la investigación, elaborar el instrumento de recogida y protocolos que se usaron en el envío de éste.
- **ETAPA II:** En el año 2011, realización del mismo cuestionario a los mismos profesores anteriores con la finalidad de que, como se verá en el siguiente capítulo, los datos obtenidos fueran tratados estadísticamente de forma independiente y comparada con los resultados en la etapa anterior.

De acuerdo con lo expuesto, y teniendo en cuenta las características específicas de nuestro estudio, consideramos adecuado optar por la metodología cuantitativa, entre otras razones porque nos situamos en un estudio descriptivo (Babbie, 1990; Tejedor, 2000; Creswell, 2002) a través del cual intentamos ofrecer amplia y valiosa información sobre un problema de importancia educativa.

Por lo dicho, se requiere la utilización de métodos de corte cuantitativo, basados en la aplicación del cuestionario. Es por ello que, en este capítulo, se analiza el diseño de este instrumento.

2. Variables implicadas en este estudio

Siguiendo a **Creswell (2002)**, entendemos que una variable es una característica o atributo de un individuo o una organización que puede ser medida u observada por el investigador y varía entre los individuos o las organizaciones estudiadas. Estas dos propiedades son necesarias para que un atributo o característica sea una variable.

Que las características o atributos que poseen los sujetos se puedan medir quiere decir que el investigador puede obtener la información que necesita acerca de las mismas mediante el empleo de cuestionarios, inventarios, entrevistas u observaciones. La literatura nos informa de que las variables pueden ser clasificadas según varios criterios (**Bisquerra, 1989; García, 1995; Creswell, 2002; Pardo y Ruiz, 2002**). Todos ellos establecen dos grandes dimensiones de análisis de las variables:

- a) según la escala de medidas utilizadas, y
- b) según el diseño.

En la primera de ellas se diferencia entre variables cuantitativas y cualitativas. Las cuantitativas, que expresan características medibles en una escala numérica, se subdividen a su vez en continuas (sus valores pueden expresarse con cuantos decimales permita el instrumento de medida) y discretas (precisan una escala de medidas de carácter numérico que a veces requieren de una interpretación). Y las cualitativas que representan características expresadas en una escala o categoría, es decir, sin valores numéricos y pueden ser ordinales (expresan características categóricas que poseen unos valores subordinados inherentes a determinados criterios predeterminados y no son cuantificables) y nominales (expresan características no numéricas y de forma fiel ordenada).

En la segunda dimensión de análisis en el diseño se distinguen entre variables independientes (las que están bajo el control del estudio y definen a los miembros de un grupo), dependientes, experimentales (las que están influidas por las manipulaciones realizadas en el estudio que han sido definidas para ser comparadas) y de confusión (que van a alterar la interpretación de los resultados y por tanto han de ser detectadas, anuladas o eliminadas desde el comienzo del estudio o bien tenidas en cuenta en el diseño y análisis de los datos, clasificación ésta que se asemeja bastante a la propuesta por **Creswell (2002)**). No obstante, para nuestro estudio, sólo consideramos las variables que, a continuación, enumeramos (éstas eran cualitativas, independientes y dependientes):

1. Nivel de adaptación actual al EEES (**Niv_adap_actual_EEES**)
2. Nivel de información institucional sobre el EEES (**Niv_inf_ins_EEES**)
3. Nivel de uso de *software* de tipo matemático/estadístico (**Niv_uso_soft_matem/est**)
4. Nivel de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial (**Niv_uso_entornos_online_rec_Internet_complement_presencialidad**)
5. Nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación (existencia de prácticas con *software* evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.) (**Niv_integr_TIC_eval**)
6. Nivel de cambios en contenidos, metodología y/o sistemas de evaluación que ha implicado la adaptación al EEES (**Niv_cambios_EEES**)
7. Nivel de uso de material y recursos docentes en inglés (**Niv_uso_rec_doc_inglés**)
8. Valoración personal sobre el uso de *software* matemático/estadístico (**Val_pers_uso_soft_matem/est**)
9. Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia (**Val_pers_uso_entornos_online_rec_Internet**)
10. Valoración personal sobre los cambios que motivará el EEES (**Val_pers_cambios_EEES**)
11. Colectivo profesional al que pertenece (**Colectivo_profesional**)
12. Años de experiencia docente profesional (**Años_experien_docent_univ**)

En líneas generales, podemos señalar que el procedimiento seguido para decidir el tipo de variables o cuestiones a incluir en el estudio fue el siguiente: En primer lugar acudimos a la literatura especializada en nuestro campo de estudio. De la consulta pormenorizada del material científico recopilado extrajimos un conjunto de descriptores o conceptos claves que versaban sobre nuestro tema de estudio, tratando los diferentes aspectos que en torno a esta temática revelaba la literatura. Y, teniendo en cuenta la coherencia y correspondencia necesaria que debía existir entre el cuestionario y la fundamentación teórica y la finalidad de la investigación, seleccionamos las dimensiones en torno a las cuales estructurar los ítems. Así, los ítems que, en principio, conformaban el cuestionario giraban en torno a 6 dimensiones que especificamos de la forma siguiente:

1. EEES
2. *Software* matemático/estadístico
3. Entornos online y recursos de Internet y multimedia complementarios a la formación presencial
4. Integración TIC en evaluación
5. Material o recursos docentes en inglés
6. Datos identificativos

Para sintetizar lo expuesto se recogen las características de nuestras variables de estudio siguiendo el modelo de **García (1995)**:

Dimensión	Variable (nº pregunta en cuestionario)	Cualitativo	Cuantitativo	Dependiente	Independiente	Categoría de respuesta
EEES	Nivel adaptación actual (1)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
	Nivel información institucional (2)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
	Nivel cambios implicados (contenidos/metodol/eval) (6)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
	Valoración personal sobre los cambios que motivará (10)	X		X		muy negat. / negat. / neutro / posit. / muy posit.
Software matemático-estadístico	Nivel uso (3)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
	Valoración personal sobre uso (8)	X		X		muy negat. / negat. / neutro / posit. / muy posit.
Entornos online y recursos Internet y multimedia complementarios a la formación presencial	Nivel uso (4)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
	Valoración personal sobre uso (9)	X		X		muy negat. / negat. / neutro / posit. / muy posit.
Integración TIC en evaluación	Nivel (5)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
Material / recursos docentes en inglés	Nivel uso (7)	X		X		muy bajo / bajo / neutro / alto / muy alto
Datos identificativos	Colectivo profesional (11)	X			X	Catedrático / Titular / Catedrático EU / Titular EU / Contratado Dr. / Ayudante Dr. / Colaborador / Ayudante no Dr. / Asociado / Otros
	Años experiencia docente univers. (12)	X			X	<5, 5-10, 10 -20, >20

Como puede apreciarse en nuestro estudio combinamos variables dependientes e independientes. Todas ellas eran cualitativas. Aunque estas variables se aglutinaban en torno a 6 amplias dimensiones, el orden en el que aparecían en el cuestionario lo establecimos de forma consciente. Desde una concepción abierta y de la perspectiva abordada en el trabajo, y dado que son diversas las variables que intervenían en la investigación, para su selección contemplamos una serie de criterios entre los que señalamos los siguientes:

- Relevancia en función de los objetivos fijados.
- Centrar la atención en las variables que contemplan la realidad de la docencia de las matemáticas en las universidades en el momento actual.
- Describir contextos específicos de los sujetos participantes.

- Detectar factores que intervienen en los procesos de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas, las TIC y el EEES.

3. Población y selección de las muestras

En la investigación de naturaleza empírica resulta difícil recoger datos de todos los sujetos que forman los distintos estamentos que se quieren analizar. Dos de los aspectos clave ligados a la selección de muestras en la investigación en educación son la representatividad y el tamaño de la misma. **Sierra Bravo (1984)**, nos indica que ello es posible cuando se dan unas mínimas condiciones como:

- Comprensión de parte de la población estudiada y no de la totalidad.
- Mantener una amplitud estadísticamente proporcionada a la magnitud de la población.
- Ser representativa de ésta.
- Conocer qué variables están relacionadas directamente con el problema que se estudia.
- La capacidad para medir o valorar esas variables.
- Poseer datos fiables de la población sobre dichas variables, para poder utilizarlos de forma comparativa.

Al estudiar las características de un grupo de personas podemos: o bien analizar el grupo entero, la población, o bien analizar una pequeña parte del grupo, la muestra. La teoría del muestreo estudia la relación entre una población y las muestras tomadas de ella y es de gran utilidad en muchos campos (**Scheaffer et al., 2007**).

Para que las conclusiones de la teoría del muestreo y de la inferencia estadística sean válidas, las muestras deben ser representativas de la población. Existen diferentes formas de obtener una muestra representativa. A continuación, describimos, siguiendo a los autores anteriores, los diferentes tipos de muestreo.

3.1. Tipos de muestreo

Muestreo probabilístico

1. **Muestreo aleatorio simple.** En un **muestreo aleatorio simple**, todos los elementos del marco muestral (elementos de la población que son candidatos a ser seleccionados) tienen la misma probabilidad de ser elegidos. Para seleccionar, mediante muestreo aleatorio simple, n elementos de entre los N que componen la lista de candidatos a ser elegidos, se suele asignar un número natural $(1, 2, 3, \dots, N)$ a cada uno de los elementos de la lista y, a continuación, se generan al azar n números aleatorios distintos, que identificaran a los elementos seleccionados. De

acuerdo con la teoría de la estadística inferencial, si se selecciona una muestra aleatoria suficientemente grande (en la práctica $n \geq 30$ suele ser suficiente), el teorema central del límite permite obtener intervalos de confianza para la media poblacional μ . En particular: Para un nivel de confianza del 95%, un intervalo de confianza para la media poblacional, μ , viene dado por:

$$\bar{x} \pm 1.96 \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N}} \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

donde s representa la desviación estándar de las observaciones muestrales.

De forma similar, es posible calcular intervalos de confianza para otros parámetros de la población, como el total acumulado de una población. El estadístico $N \cdot \bar{x}$ es un buen estimador del total acumulado de una población, $N \cdot \mu$. Además, si (a, b) es un intervalo de confianza al 95% para la media poblacional, μ , un intervalo de confianza al 95% para $N \cdot \mu$, viene dado por $(N \cdot a, N \cdot b)$.

Finalmente, también es posible obtener intervalos de confianza para la proporción de elementos de una población que satisfacen unas determinadas condiciones. Para un nivel de confianza del 95%, un intervalo de confianza para la proporción p de elementos de una población que cumple una determinada condición viene dado por:

$$p' \pm 1.96 \cdot \sqrt{\left(\frac{N-n}{N} \right) \cdot \left(\frac{p'(1-p')}{n-1} \right)}$$

donde p' es la proporción de elementos de la muestra que la cumplen.

2. **Muestreo sistemático.** El **muestreo sistemático** consiste en utilizar una regla para seleccionar de forma sistemática los elementos de una muestra. Este muestreo se suele usar en poblaciones grandes y homogéneas como alternativa al muestreo aleatorio simple, especialmente en aquellas situaciones en las que el proceso de asignar un número entero a cada elemento de una larga lista puede resultar complicado o costoso en tiempo. A menudo, este tipo de muestreo se puede considerar como equivalente a un muestreo aleatorio simple, especialmente cuando el listado o marco muestral sigue un orden aleatorio, i.e., realizar una selección sistemática de elementos en una lista que sigue un orden aleatorio es técnicamente equivalente a realizar directamente una selección aleatoria de elementos que no sigan un orden aleatorio.
3. **Muestreo aleatorio estratificado (grupos homogéneos).** El **muestreo aleatorio estratificado** se suele usar en aquellos casos en que resulta fácil agrupar los elementos de la población considerada en subgrupos de composición homogénea llamados **estratos**. Cuando la variabilidad dentro de cada estrato es menor que la variabilidad entre estratos, este tipo de muestreo tiende a proporcionar más precisión que un muestreo aleatorio simple a la hora de estimar los parámetros poblacionales. Así, el muestreo aleatorio por estratos consiste en: (a) clasificar los N elementos de

una población en H grupos o estratos (de manera que los elementos de cada estrato sean similares entre ellos), y (b) seleccionar a continuación una muestra aleatoria simple para cada uno de los estratos (Figura 7.1). Los estadísticos obtenidos para cada estrato son posteriormente combinados para obtener estimaciones de algunos parámetros como la media, el total acumulado o la proporción de la población.

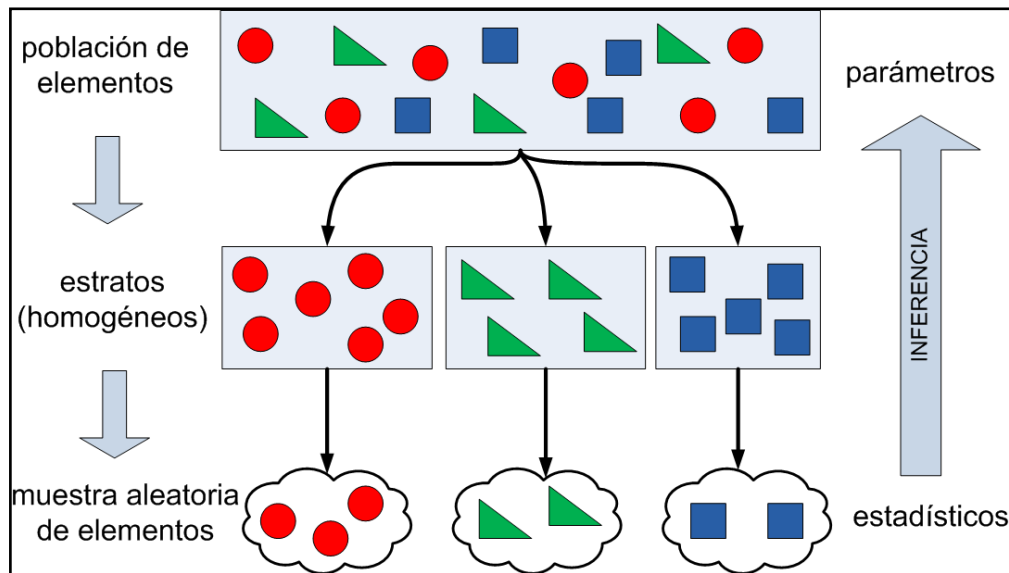


Figura 7.1: Muestreo aleatorio estratificado

En un muestreo por estratos, es posible obtener un buen estimador de la media poblacional haciendo un promedio ponderado de las medias muestrales obtenidas en cada estrato. En concreto, $\bar{x}_E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^H N_i \cdot \bar{x}_i$ es un buen estimador de μ , donde

N_i representa el número total de elementos del estrato i -ésimo y \bar{x}_i representa la media de la muestra asociada a dicho estrato. Para un nivel de confianza del 95%, un intervalo de confianza para la media poblacional, μ , viene dado por:

$$\bar{x}_E \pm 1.96 \cdot \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^H N_i (N_i - n_i) \frac{s_i^2}{n_i}}$$

donde n_i y s_i representan, respectivamente, el tamaño y la desviación estándar de la muestra asociada al estrato i -ésimo. Por otro lado, el estadístico $N \cdot \bar{x}_E$ es un buen estimador del total acumulado de una población, $N \cdot \mu$. Además, si (a, b) es un intervalo de confianza al 95% para la media poblacional, μ , un intervalo de confianza al 95% para $N \cdot \mu$, viene dado por $(N \cdot a, N \cdot b)$. Finalmente, un intervalo de confianza para la proporción p de elementos de una población que cumple una determinada condición viene dado por:

$$p'_E \pm 1.96 \cdot \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^H N_i (N_i - n_i) \cdot \left(\frac{p'_i (1 - p'_i)}{n_i - 1} \right)}$$

donde $p'_E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^H N_i \cdot p'_i$ es un promedio ponderado de las proporciones p'_i de

elementos de la muestra que la cumplen para el estrato i -ésimo.

- 4. Muestreo por conglomerados (*clusters* o grupos heterogéneos).** El **muestreo por conglomerados** se suele usar en aquellos casos en que resulta fácil agrupar los elementos de la población considerada en subgrupos de composición heterogénea llamados conglomerados, cada uno de los cuales viene a ser una representación a pequeña escala de la población total (es decir, se presupone una gran variabilidad entre los elementos de un mismo conglomerado). De hecho, una de las principales aplicaciones del muestreo por conglomerados está relacionada con el muestreo por áreas o regiones geográficas, donde los conglomerados suelen ser países, regiones, ciudades o barrios. El muestreo por conglomerados permite reducir los costes de desplazamientos entre zonas geográficamente dispersas y, a la vez, evita tener que generar listados exhaustivos de toda la población, puesto que sólo son necesarios listados exhaustivos de cada conglomerado seleccionado.

Así, el muestreo por conglomerados consiste en: (a) clasificar los N elementos de una población en H grupos o conglomerados (de manera que los elementos de cada conglomerado presenten mucha variabilidad entre ellos), (b) seleccionar a continuación una muestra aleatoria simple de h conglomerados, y (c) para cada conglomerado de la muestra seleccionada, o bien encuestar a cada uno de los elementos que lo componen –muestreo por conglomerados en una etapa– o bien seleccionar una nueva muestra aleatoria de elementos para encuestar –muestreo en dos etapas– (**Figura 7.2**). Si bien tanto en un caso como en otro es posible obtener estimadores puntuales y por intervalos para varios parámetros poblacionales, se tratará sólo el muestreo por conglomerados en una etapa (i.e., se supondrá que, una vez seleccionada la muestra de conglomerados, se encuesta a todos los elementos de cada conglomerado seleccionado).

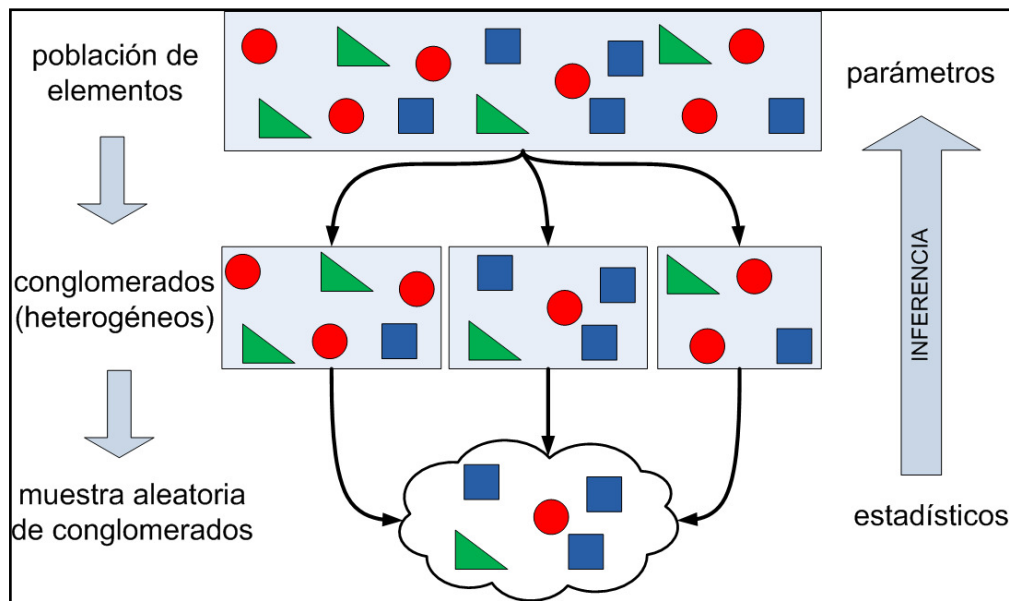


Figura 7.2: Muestreo por conglomerados

En un muestreo por conglomerados, es posible obtener un buen estimador de la

media poblacional μ mediante la expresión $\bar{x}_C = \frac{\sum_{i=1}^h y_i}{\sum_{i=1}^h N_i}$, donde N_i representa el número

total de elementos del conglomerado i -ésimo e y_i representa el valor total de las observaciones de dicho conglomerado. Para un nivel de confianza del 95%, un intervalo de confianza para la media poblacional, μ , viene dado por:

$$\bar{x}_C \pm 1.96 \cdot \sqrt{\frac{H-h}{H \cdot h \left(\frac{N}{H}\right)^2} \left(\frac{\sum_{i=1}^h (y_i - \bar{x}_C \cdot N_i)^2}{h-1} \right)}$$

Por otro lado, el estadístico $N \cdot \bar{x}_C$ es un buen estimador del total acumulado de una población, $N \cdot \mu$. Además, si (a, b) es un intervalo de confianza al 95% para la media poblacional, μ , un intervalo de confianza al 95% para $N \cdot \mu$, viene dado por $(N \cdot a, N \cdot b)$. Finalmente, un intervalo de confianza para la proporción p de elementos de una población que cumple una determinada condición viene dado por:

$$p'_c \pm 1.96 \cdot \sqrt{\frac{H-h}{H \cdot h \left(\frac{N}{H}\right)^2} \left(\frac{\sum_{i=1}^h (m_i - p'_c \cdot N_i)^2}{h-1} \right)}$$

donde m_i es el número de elementos del conglomerado i -ésimo que cumple una determinada

característica y $p'_c = \frac{\sum_{i=1}^h m_i}{\sum_{i=1}^h N_i}$ es buen estimador del promedio de elementos de la población

que cumplen dicha característica.

Para concluir, el muestreo probabilístico tiene, según **Grande y Abascal (2007)**, las siguientes características comunes:

- Las muestras se seleccionan al **azar**, no se seleccionan por los investigadores.
- Cada elemento de la población tiene la **misma probabilidad** de ser elegido.
- Se puede conocer el **error** y la **confianza** de las estimaciones.
- Los resultados se pueden **generalizar**.
- Es el único método que puede evaluar la **representatividad** de la muestra.
- Es más **caro** que el muestreo no probabilístico.
- Es, en general, **más lento y complicado** que el muestreo no probabilístico.

Muestreo no probabilístico

1. **Muestreo de conveniencia.** Consiste en obtener una muestra de acuerdo con la conveniencia del investigador, acudiendo a poblaciones accesibles. Este procedimiento permite obtener información rápida y económica. Se utiliza principalmente,
 - Para obtener información en una etapa inicial y determinar si merece la pena continuar el estudio.
 - Para generar hipótesis, es decir, sugerir investigaciones, o preguntas del cuestionario para diseñar un nuevo estudio.
 - En general, para desarrollar estudios en los que no se necesite mucha exactitud.
2. **Muestreo según el criterio.** La muestra es elegida por un experto de acuerdo con su criterio, buscando las unidades más representativas. Si el juicio del experto es válido, se obtendrá una muestra más representativa que por el muestreo por conveniencia. Pero como en todo muestreo no probabilístico, se desconoce el grado de error y las conclusiones no son definitivas. Se utiliza poco en la práctica, pero es aconsejable en algunos casos como los siguientes:
 - Cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

- Para proceder a la elección de las personas de una empresa que van a proporcionar la información.
3. **Diseño de bola de nieve.** Se utiliza cuando se trata de estudiar poblaciones pequeñas muy especializadas, que son difíciles de localizar. El procedimiento consiste en que, a cada individuo, después de la entrevista y/o cuestionario, se le pide el nombre de una o más personas de la misma población que se estudia.
 4. **Muestreo secuencial.** Consiste en la obtención de información mientras sucesivas unidades de muestra proporcionen información nueva o relevante. Cuando se observa que sucesivas incorporaciones no aportan información significativa se detiene el proceso y ya no se añade más información.

Estos diversos tipos de muestreo no probabilístico tienen, según **Grande y Abascal (2007)**, las siguientes características comunes:

- **La selección de la muestra no es aleatoria**, sino que se basa, en parte, en el juicio del entrevistador o del responsable de la investigación.
- No se **basa en ninguna teoría de la probabilidad** y, por tanto, no es posible calcular la precisión o acotar el error cometido.
- **No es posible calcular estos errores ni la confianza de las estimaciones**, que, además, no siempre se reducen aumentando el tamaño de la muestra.
- En el muestreo no probabilístico **los costes y la dificultad del diseño son más reducidos** (al no ser necesario disponer de un marco). Este muestreo puede dar buenos resultados, pero también comporta el riesgo de proporcionar una información sesgada.

El tamaño de la muestra no se debe relegar en la investigación. **Kerlinger (1985)** recomienda que en la medida de lo posible se empleen muestras grandes para dar oportunidad a que actúe el principio de distribución al azar. Bien se sabe que el riesgo de error disminuye a medida que aumenta el tamaño de la muestra.

La representatividad se entiende como una propiedad atribuible a la muestra que permite generalizar las características observadas en la muestra a toda la población (**León y Montero, 1999**). El tamaño de la muestra viene determinado por rasgos como el fin que se persigue en la investigación, características de la población investigada, grado de error que se está dispuesto a tolerar en los estimadores muestrales y el personal y capital disponibles. Si para **Bell (2002)** hay que tener mucho cuidado de que la muestra sea realmente representativa de la población en orden a generalizar los resultados, para **Creswell (2002)** es fundamental determinar el tamaño de la muestra. La cuestión estriba en saber cuál es el tamaño necesario o suficiente para garantizar que la muestra sea representativa de la población. Se es consciente de que la determinación de la muestra constituye un punto crucial de la investigación, ya que para obtener la información deseada sobre toda la población será necesario realizar una buena selección del tamaño muestral, de manera tal que se puedan hacer las inferencias estadísticas y representativas con cierta base de fiabilidad.

3.2. Participantes en el cuestionario

En el estudio que nos ocupa, la población general fueron los profesores de asignaturas afines a las matemáticas (estadística, matemáticas de las ciencias sociales, etc.) de todas las facultades de las universidades españolas, esto es, “profesores de universidades españolas que pertenecían a departamentos con una componente importante de docencia de las matemáticas”. Como criterio, se eligieron aquellos departamentos en que las matemáticas constituían el foco de docencia. Es decir, se estableció, por ejemplo, que un departamento de econometría formaría parte de nuestra elección, mientras que un departamento de química analítica, en el cual de forma muy tangencial se usan las matemáticas no sería elegido.

La fuente de datos la constituían los datos existentes en las bases de datos de las páginas web de las universidades españolas. Se procuró seleccionar profesores de:

1. Distintos lugares geográficos.
2. Diferente colectivo profesional.
3. Diferentes años de experiencia docente universitaria.
4. Diferentes universidades (públicas y privadas) de la geografía española.
5. Y todos en áreas de conocimiento afines: Matemáticas.

El cuestionario se envió a todos los profesores de nuestra población-objetivo de los cuales teníamos la dirección de correo electrónico. Por tanto, esta era la muestra del estudio. Esta estrategia atiende a la intención de recoger el mayor número posible de datos, teniendo en cuenta que la recogida de datos a usuarios individuales mediante encuesta electrónica plantea grandes ventajas pero también tiene desventajas. Así pues, si bien es cierto que Internet nos permite, según **Bryman (2004)**, llegar a gran número de personas de manera muy fácil; que las distancias no sean un problema, puesto que los participantes sólo tienen que tener acceso a un ordenador, ya sea en el mismo edificio o en la otra punta del planeta; y, que los datos se recojan muy rápido; también es cierto que esta manera de recoger datos tiene sus desventajas, como que los correos electrónicos de invitación pueden ser tomados como “correo no deseado”. Tal y como expone Bryman, *invitations to take part in research may be viewed as just another nuisance e-mail* (**Bryman, 2004**). Esta reflexión nos llevó a plantear la conveniencia de enviar las invitaciones para participar a todo el listado de población-objetivo.

A partir de este criterio, la muestra se tomó de un listado de universidades españolas, departamentos y profesores de matemáticas, elaborado por nuestro equipo de investigación a partir de la información de las páginas web de las universidades. Por las dificultades metodológicas que planteaba, las universidades que no tenían una estructura departamental no se tuvieron en cuenta en este listado. En esta coyuntura se encontraban principalmente universidades privadas.

El listado de universidades quedó ordenado por comunidades autónomas y contenía la siguiente información de cada institución:

- a) Nombre de la universidad
- b) Tipo
- c) Abreviatura
- d) Página web de la universidad
- e) URL donde aparece el listado de los departamentos.
- f) Nombre del departamento y dirección URL.
- g) Número de profesores y dirección URL donde aparece el listado de docentes.

Asimismo, el listado de profesores contenía la siguiente información:

- a) Comunidad Autónoma
- b) Universidad.
- c) Departamento
- d) Figura contractual
- e) Nombre y apellidos
- f) Correo electrónico
- g) Sexo

La muestra, en la edición del 2008, constó finalmente de 5225 usuarios que corresponde a toda la población objeto de estudio, divididos en Comunidades Autónomas de la siguiente forma (**Tabla 7.1**):

Tabla 7.1: Número de participantes de cada comunidad autónoma en la edición de 2008

Comunidad Autónoma	Designados
Andalucía	791
Aragón	84
Asturias	187
Canarias	53
Cantabria	86
Castilla La Mancha	85
Castilla León	290
Cataluña	792
Extremadura	91
Galicia	300
Islas Baleares	122
La Rioja	42
Madrid	1226
Murcia	290
Navarra	49
País Vasco	169
Valencia	568
Total	5225

Asimismo, en la edición del año 2011 se suprimió una serie de profesores debido a que se habían jubilado o ya no estaban en la universidad. También se añadieron aquellos profesores que se habían incorporado en los últimos tres años. Finalmente, la muestra fue de 5152 usuarios, divididos en Comunidades Autónomas de la siguiente forma (**Tabla 7.2**):

Tabla 7.2: Número de participantes de cada comunidad autónoma en la edición de 2011

Comunidad Autónoma	Designados
Andalucía	792
Aragón	84
Asturias	185
Canarias	53
Cantabria	85
Castilla La Mancha	85
Castilla León	290
Cataluña	798
Extremadura	91
Galicia	300
Islas Baleares	122
La Rioja	41
Madrid	1236
Murcia	290
Navarra	46
País Vasco	169
Valencia	570
Total	5152

4. Técnicas/instrumentos de recogida de información: El cuestionario

4.1. Definición de conceptos: encuesta y cuestionario

Existe gran variedad de investigaciones que tienen como soporte el cuestionario. Quizás el ejemplo típico de estudio que utiliza el cuestionario como instrumento de intención de datos es la encuesta. Es por ello que la definición de cuestionario suele encadenarse a la definición de encuesta; esta última no se entiende sin la primera. De hecho, existe cierta confusión al utilizar de forma indistinta los términos encuesta (*survey*) y cuestionario (*questionnaire*). La encuesta constituye una de las técnicas de obtención de datos sobre aspectos objetivos (hechos) y subjetivos (opiniones, actitudes basada en la información (oral o escrita) proporcionada por el propio sujeto (**Cea D'Ancona, 1992**). En la encuesta los datos se recaban a través de las manifestaciones realizadas por los propios interesados y no a partir de la observación de sus comportamientos en su

vida cotidiana (Sierra Bravo, 1995). Para Bosch y Torrente (1993) «una encuesta (*survey*) es el conjunto de procesos encaminados a tener una determinada información de una muestra representativa de una población, mediante un conjunto de preguntas». El objetivo de una encuesta es recoger información acerca de la frecuencia, distribución y correlación entre ciertas variables en una población dada.

El cuestionario es el instrumento básico para la obtención de datos en la investigación mediante encuesta (Cea D'Ancona, 1992). Es el documento que recoge el conjunto de preguntas de una encuesta. Es, por tanto, un instrumento de recogida de información y la forma protocolaria de realizar las preguntas (Bosch y Torrente, 1993). El cuestionario permite recoger información a partir de la formulación de preguntas; los informes o protocolos verbales suministrados por el propio sujeto de la investigación se convierten en datos con los que operar y extraer conclusiones válidas sobre comportamientos e intenciones de conducta, actitudes, creencias, percepciones, estados afectivos o respuestas emocionales, conocimientos, orientaciones o disposiciones personales e información sociodemográfica (Baxter y Babbie, 2004; Peterson, 2000).

4.2. ¿Por qué se utiliza una encuesta?

Frente a otras técnicas de obtención de información Grande y Abascal (2005) argumentan que la encuesta presenta las siguientes ventajas:

- **Estandarización.** Cuando se obtiene información a través de entrevistas o dinámicas de grupo no se tiene la garantía de formular las preguntas en los mismos términos siempre. Una encuesta sobre la base de un cuestionario permite hacer siempre las mismas preguntas a todos los elementos de la muestra. Esto implica homogeneidad de la información.
- **Facilidad de administración.** La encuesta permite obtener información a partir de un cuestionario que se lee o leen los elementos de la muestra. El texto no tiene que ser explicado ni interpretado por personas ajenas a la muestra.
- **Simplificación del tratamiento de datos.** Las encuestas poseen números y códigos que identifican las respuestas, es decir, se puede codificar la encuesta, o convertir a números aspectos cualitativos. Esta característica facilita grabar los datos en ordenadores para poder tratarlos posteriormente con programas informáticos.
- **Obtención de información no directamente observable.** Al encuestar a las personas en sus domicilios, o en establecimientos se puede conseguir información relativa a su aspecto o hábitat, habilidad demostrada para proporcionar las respuestas y su fiabilidad, etc. Por ejemplo, se aprecia el nivel cultural, la inteligencia, cómo es su casa, entorno de la misma, etc.
- **Posibilidad de hacer estudios parciales.** Debido a que las encuestas poseen identificadores de las características de las personas que responden, es posible hacer estudios imponiendo condiciones. Por ejemplo, se puede estudiar la intención de voto de

una población atendiendo a su edad, género, zona de residencia, nivel socioeconómico, etc. La utilización de encuestas resulta fundamental, para hacer estudios sobre segmentación, imagen, posicionamiento, obtención de tipologías de consumidores, etc.

4.3. Etapas en la preparación del cuestionario

La construcción de un cuestionario es una operación delicada que consta de una serie de etapas (Baxter y Babbie, 2004; Peterson, 2000; Sierra Bravo, 1995; Weibsberg et al., 1996; Wimmer y Dominick, 1996). Todo cuestionario nace a partir del planteamiento de un problema, de una necesidad por conocer un aspecto de la realidad. En este caso, el problema era obtener información sobre el estado del uso y la integración, e influencias, de las TIC en la formación matemática en diferentes universidades españolas en el momento de realización del cuestionario.

Ante esta necesidad de investigación, se plantearon una serie de preguntas de investigación que se intentaron contrastar con los datos obtenidos con el cuestionario (debe recordarse que previamente se hubo efectuado una revisión de la bibliografía existente en torno al tema de estudio). El siguiente paso fue construir el cuestionario, incluyendo en el mismo las preguntas apropiadas para medir las variables que se consideraron en las hipótesis formuladas.

En general, se pueden distinguir seis fases secuenciales en el desarrollo de cualquier estudio basado en el uso de encuestas (Figura 7.3): (a) identificación de los temas concretos sobre los que se desea obtener información así como de la población a encuestar, (b) diseño del cuestionario como instrumento para obtener los datos que se necesitan, (c) diseño y selección de una muestra representativa de la población, (d) obtención de los datos mediante el envío del cuestionario a los individuos que componen la muestra, (e) análisis estadístico de las observaciones muestrales a fin de inferir información sobre la población, y (f) elaboración de informes y conclusiones.

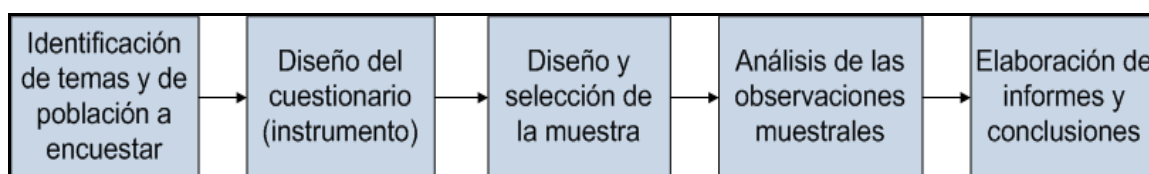


Figura 7.3: Fases en el desarrollo de una encuesta

En este apartado se hará especial énfasis en la fase de diseño del cuestionario, dejando para apartados posteriores otras fases clave en las que las técnicas estadísticas tienen una aportación decisiva.

Elaboración de las preguntas de un cuestionario

Las preguntas que se formulan en un cuestionario constituyen el aspecto más relevante de cualquier encuesta. Para que éstas cumplan su papel de forma eficiente, las preguntas de un cuestionario deben centrarse en aquellos aspectos esenciales sobre los que se desea obtener información. Asimismo, dichas preguntas deben ser lo más breves y claras posibles a fin de facilitar la tarea de las personas encuestadas y maximizar la fiabilidad y validez del cuestionario. Se trata de evitar posibles problemas tales como: interpretaciones erróneas de las preguntas, agotamiento del encuestado o, incluso, rechazo a contestar una parte o la totalidad del cuestionario por la longitud del mismo o el esfuerzo necesario para entender las preguntas y contestarlas. Estas problemáticas podrían introducir sesgos y errores muestrales en los datos, lo que mermaría la fiabilidad y validez de la encuesta y de sus resultados.

Es importante ser cuidadoso en la elaboración de las preguntas a fin de evitar introducir en el cuestionario problemas de error muestral –debido al uso de una muestra para estimar parámetros poblacionales– o de sesgo (cualquier otro tipo de error en el cuestionario diferente del error muestral): si en la propia formulación de las preguntas se está induciendo al encuestado a responder en un sentido concreto, entonces se está introduciendo un sesgo en el cuestionario; si la formulación de las preguntas es ambigua y da pie a diferentes interpretaciones, entonces se está favoreciendo una excesiva dispersión de las respuestas, lo que incrementa el error muestral. Por tanto, la manera en cómo las preguntas son formuladas en un cuestionario es determinante a la hora de evitar introducir patrones de sesgo y error muestral en el mismo. Además de estas fuentes internas de sesgo causadas por el propio instrumento de la encuesta, existen también otras potenciales fuentes de sesgo que no son originadas por cómo se han elaborado las preguntas sino por las condiciones en las que se ha respondido al cuestionario. Conviene conocer y tener presentes estas otras fuentes potenciales de sesgo para evitarlas en lo posible con una correcta elección de las condiciones de la encuesta y, en particular, de la muestra. Así, algunas de estas fuentes externas de sesgo son las siguientes: respuestas que buscan estar en coherencia con lo que es “socialmente deseable” o con lo que el entrevistador espera obtener, respuestas orientadas a dar una buena imagen del encuestado, respuestas con excesiva tendencia a la dicotomía (sí/no, positivo/negativo,...) o hacia las opciones extremas, respuestas hostiles excesivamente condicionadas por experiencias negativas recientes, etc.

Por tanto, elegido el cuestionario como técnica de recogida de datos, se cuidó atentamente tanto su preparación como la redacción y disposición de los ítems que lo constituirían. Para ello se siguieron las recomendaciones de autores como **Fox (1987)**, **Sierra (1984)**, **Cohen y Manion (1990)**, **Wolf (1992)**, **Bell (2002)**, **Tejedor (2000)** con el fin de lograr un cuestionario bien hecho y evitar algunos de los problemas que esta ardua tarea podía plantear. **Fox (1987)** aconseja cuidar los siguientes aspectos en la elaboración de un cuestionario:

- Limitar su extensión para que los encuestados tengan que dedicar el menor tiempo posible,

- Estructurar el modelo de respuesta para reducir lo que tengan que escribir los sujetos,
- Redactar el material de un modo elocuente para que los sujetos conozcan la finalidad de la investigación y el uso que se hará de los datos.

Tejedor (2000) señala:

- Explicitación del propósito del instrumento,
- Identificación de los sujetos a quienes va dirigido,
- Cuidar el contenido de los ítems,
- La forma más adecuada de presentación,
- Los pasos para una adecuada codificación,
- Las técnicas de análisis y el tipo de informe que puede elaborarse.

En general, el proceso de elaboración personal del cuestionario implicó, siguiendo a **Creswell (2002)**, las fases siguientes:

1. Especificación del propósito del instrumento.
2. Revisión de la literatura.
3. Redacción de los ítems.
4. Comprobación de que el instrumento es válido y fiable.

Wolf (1992), en la descripción del proceso de elaboración de un cuestionario, remarca la especial atención que el investigador ha de conceder a la elección de la redacción a las preguntas a fin de no proporcionar indicios sutiles que induzcan al sujeto a responder de un modo determinado.

Existen dos formatos básicos para elaborar preguntas de un cuestionario: las preguntas abiertas o no estructuradas son aquellas que permiten al encuestado responder libremente sin estar condicionado por un conjunto de posibles alternativas de respuesta. Por el contrario, las preguntas estructuradas o cerradas son aquellas que contienen en la propia pregunta un conjunto de posibles respuestas o categorías a elegir por el encuestado. Las preguntas estructuradas son las que habitualmente más se usan en los cuestionarios, ya que además de acotar más claramente el contexto de la información que se espera obtener, suelen ser más fáciles y rápidas de contestar, permiten comparar mejor diferentes grupos de encuestados y, sobretodo, facilitan enormemente el procesado y análisis posterior de los datos.

Cuando se usan preguntas estructuradas es importante elegir bien las categorías o posibles respuestas alternativas de manera que éstas constituyan una lista completa de opciones (incluyendo opciones como “otros” o “no sabe/no contesta” cuando sea necesario) y sean mutuamente excluyentes (a menos que sean de opción múltiple). Por lo que respecta al número de categorías o respuestas alternativas, lo recomendable es que éste se sitúe entre un mínimo de 2 para preguntas dicotómicas y un máximo de seis. Añadir más categorías suele dificultar en exceso la tarea del encuestado. Hay que tener presente, sin embargo, que en caso de duda sobre

el nivel de detalle que se quiera ofrecer en las categorías, suele ser preferible optar por la opción con más categorías, puesto que siempre es posible combinar o agregar categorías a posteriori – durante la fase de análisis–, mientras que la operación de desagregar respuestas ya obtenidas en nuevas categorías no suele ser posible sin la consiguiente pérdida de precisión e información.

La **Figura 7.4** sintetiza los conceptos clave que se deben tener en cuenta en la elaboración de las preguntas de cualquier cuestionario.

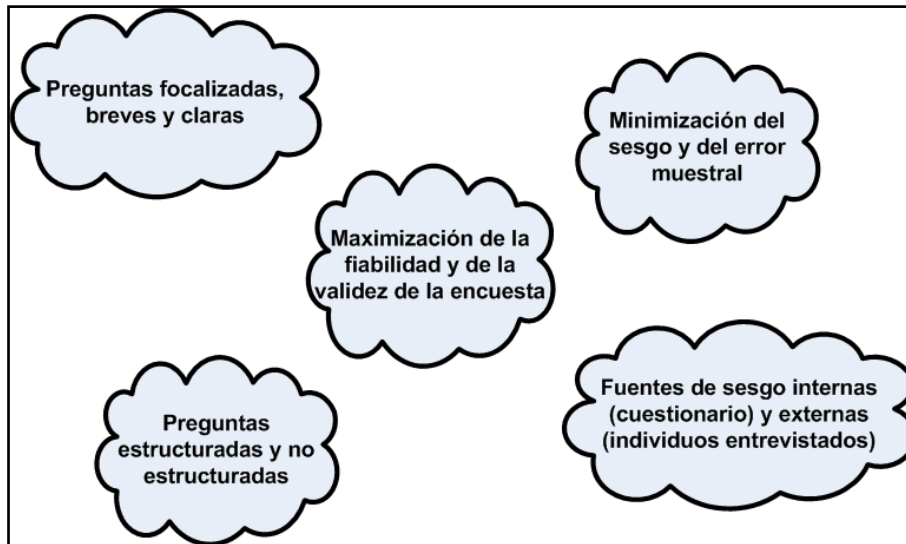


Figura 7.4: Conceptos clave en la elaboración de las preguntas de un cuestionario

En la construcción del cuestionario se siguió las siguientes reglas:

1. Redacción de las preguntas en forma personal.
2. Presentar las preguntas de modo neutral.
3. Evitar palabras abstractas.
4. Intentar que fueran lo más cortas posibles.
5. Buscar que las palabras significaran lo que se quería decir.

Atendiendo a la configuración de los ítems, **Kirakowski (2005)** distingue entre cuestionarios restringidos o cerrados y no restringidos o abiertos. Además, el cuestionario se conceptualiza en términos de efectividad, eficiencia y satisfacción (**Buel, 2004**). La validez le convierte en un instrumento que aporta información fiable, muy útil en la investigación. Los abiertos tienen más una finalidad exploratoria que constatados y los cerrados más informativa (**Almeida, 2004**). Se denominan cuestionarios breves a aquéllos que se componen de 8 a 10 preguntas y largos los que abarcan de 12 a 20. En los primeros la posibilidad de buenas respuestas es de 0,85 sobre 1 y en los segundos baja a 0,70 sobre 1, debido al cansancio y fatiga de los informantes (**Gravet y Petersen 2002**). Por todo ello, en este caso se optó por realizar un cuestionario cerrado y largo, pero no excesivo, con 12 preguntas cerradas.

4.4. Las escalas de actitudes

Un concepto relacionado con el de cuestionario es el de “escala” (*multi-item scale*). Las escalas son instrumentos cuantitativos que están compuestos por un listado de preguntas o afirmaciones y que buscan evaluar un determinado constructo o variable (Adams, 1989; Peterson, 2000). Este tipo de escalas se utilizan para evaluar constructos complejos que no pueden definirse de manera sencilla con una sola pregunta de cuestionario. Las escalas estarán formadas por varios ítems, cada uno de ellos evaluado mediante un formato de respuesta por lo general de tipo cuantitativo (basado en la frecuencia, la intensidad o el grado de acuerdo). De modo que es posible sumar las puntuaciones obtenidas en cada ítem y obtener así una puntuación global en el constructo en cuestión. Por ello, cuando se utilizan escalas se suele obtener a partir de ellas índices o *composite measures* (Baxter y Babbie, 2004).

Las respuestas a preguntas estructuradas consisten, por lo general, en elegir una opción concreta en una lista de categorías posibles. Estas categorías siguen una escala o graduación que puede ser simplemente nominal o bien puede implicar algún tipo de relación ordinal o numérica entre las distintas categorías implicadas:

- **Escalas nominales:** Son aquellas en las que las categorías no están asociadas a una relación de orden o de magnitud. Un ejemplo sería una escala en la que las categorías fuesen distintos código postales, prefijos telefónicos o identificadores del sexo (“hombre”, “mujer”). Este tipo de escala proporciona datos de tipo nominal que simplemente identifican categorías, por lo que es el más limitado desde el punto de vista de las técnicas estadísticas que se pueden aplicar a las observaciones obtenidas.
- **Escalas ordinales:** Son aquellas en las que las categorías siguen una relación de orden o preferencia, aunque no de magnitud, que permite clasificarlas. Un ejemplo sería una escala de tareas secuenciales a realizar en un proceso, en el que la pregunta podría ser elegir aquella tarea que se considere más crítica. Este tipo de escalas posibilita el uso de las llamadas técnicas estadísticas no paramétricas para analizar los datos obtenidos.
- **Escalas de intervalos equidistantes:** Son aquellas que asocian una magnitud a cada categoría y en las que el cero no significa ausencia de magnitud. Un ejemplo sería una escala graduada del 1 al 7 para representar niveles de importancia. Esta escala permite el uso de técnicas de inferencia estadística, por lo que resulta altamente recomendable.
- **Escalas de ratio:** Son aquellas que asocian una magnitud a cada categoría y en las que el cero representa ausencia de magnitud. Un ejemplo sería una escala graduada del 0 al 50 para indicar la distancia en kilómetros recorrida por el encuestado para acudir a su lugar de trabajo. Al igual que ocurriría con las escalas de intervalos equidistantes, las de ratio también permiten el uso de técnicas de inferencia estadística.

A continuación se describen algunos ejemplos de escalas particulares que se utilizan habitualmente en los cuestionarios (haciendo especial énfasis en el caso de la escala de Likert por ser ésta la utilizada en la investigación):

La escala Likert

El procedimiento de administración de la escala Likert es muy simple. Se pide a los sujetos que indiquen su grado de acuerdo-desacuerdo con una serie de afirmaciones que abarcan todo el espectro de actitud ante un determinado objeto (**Figura 7.5**). El formato de respuesta más habitual en las escalas Likert es el grado de acuerdo-desacuerdo con cada una de las afirmaciones de dicha escala (con cinco o siete opciones de respuesta). Sin embargo, también se suelen utilizar otros formatos bipolares como son el grado de satisfacción-insatisfacción o la valoración positiva-negativa (muy deficiente-muy bueno) de una serie de aspectos (**Hayes, 1995**).

Las escalas Likert presuponen que cada afirmación de la escala es una función lineal de la misma dimensión actitudinal subyacente. Operacionalmente, esto significa que todos los ítems de la escala deberán estar correlacionados entre sí y que existirá una correlación positiva entre cada ítem y la puntuación total de la escala. Ello permitirá sumar las puntuaciones obtenidas por cada sujeto ante cada afirmación para formar la puntuación total, que representará la actitud hacia el objeto particular (**Baxter y Babbie, 2004**).

En el caso que nos ocupa, la decisión fue elegir el modo de respuesta para las preguntas. Autores como **Tukman (1972)** sostienen que no hay reglas específicas sobre la selección del modo de respuesta. Para los ítems de este estudio la escala de respuestas elegida fue una escala nominal, porque frente a la ordinal es más informativa desde el momento que aporta datos más precisos. Tomando como referencia tradicional a **Marcelo (1992)** y considerando las aportaciones de **Buendía (1994)** y **Bell (2002)**, en nuestro instrumento utilizamos el formato de respuesta tipo Lickert con 5 opciones de respuesta, para que los profesores expresaran su grado de acuerdo/desacuerdo con las declaraciones presentadas en el cuestionario: 1 = muy negativo/muy bajo; 2 = negativo/bajo; 3 = neutro/medio; 4 = positivo/alto; 5 = muy positivo/muy alto. Elegimos opciones de diversas respuestas para evitar la tendencia del encuestado a elegir una postura central o intermedia.

Selecciona un número de la escala para expresar en qué medida estás en acuerdo o en desacuerdo con cada una de las afirmaciones siguientes referidas a la asignatura Estadística:

Escala	
1 Totalmente en desacuerdo	
2 En desacuerdo	
3 Neutral	
4 De acuerdo	
5 Totalmente de acuerdo	
Los exámenes finales son coherentes con la EC	_____
La asignatura ofrece contenidos prácticos	_____
Los materiales docentes son adecuados	_____

Figura 7.5: Ejemplo de preguntas usando una escala de Likert

La escala de frecuencia verbal

Esta escala es muy similar a la de Likert, con la diferencia de que los ítems de la escala indican con qué frecuencia se ha llevado a cabo una determinada acción (Figura 7.6).

Selecciona un número de la escala para expresar la frecuencia con la que ocurren cada uno de los siguientes acontecimientos referidos a las asignaturas de la Titulación que cursas:

Escala	
1 Siempre	
2 A menudo	
3 Algunas veces	
4 Casi nunca	
5 Nunca	
Los exámenes finales son coherentes con la EC	_____
Las asignaturas ofrecen contenidos prácticos	_____
Los materiales docentes son adecuados	_____

Figura 7.6: Ejemplo de preguntas usando una escala de frecuencia verbal

La escala comparativa

A diferencia de las anteriores, los ítems de esta escala indican cómo se comparan dos elementos entre sí a criterio del encuestado (Figura 7.7). Esta escala se considera como una escala de intervalos, por lo que es lícito aplicar las técnicas de inferencia a los datos obtenidos con ella.

Selecciona un número de la escala para expresar tu opinión sobre cada uno de los siguientes temas:

Escala	
1	Muy superior
2	Superior
3	Similar
4	Inferior
5	Muy inferior

Comparado con el plan de estudios anterior,
el nuevo plan de estudios te parece _____

Comparado con el sistema de evaluación anterior,
el nuevo sistema de evaluación te parece _____

Figura 7.7: Ejemplo de uso de una escala comparativa

La escala lineal-numérica

Esta escala es también similar a la de Likert aunque los ítems extremos suelen hacer referencia al grado de importancia que asigna el encuestado a un tema y los ítems intermedios no suelen estar etiquetados (Figura 7.8). Por esto último, se considera una escala de intervalos.

Selecciona un número de la escala para expresar tu opinión sobre el nivel de relevancia de cada uno de los siguientes temas referidos a las asignaturas que cursas:

Escala	
Máxima Relevancia	1 2 3 4 5 6 Mínima Relevancia

El uso de recursos de Internet _____

El uso de materiales actualizados _____

El uso de los Foros y Debates _____

Figura 7.8: Ejemplo de uso de una escala lineal-numérica

La escala de diferencias semánticas

Esta escala consiste en definir dos extremos caracterizados por adjetivos contrapuestos y, posteriormente, definir una graduación de ítems no etiquetados entre ambos (Figura 7.9). También se considera como una escala de intervalos.

En relación a la formación que recibes en esta universidad, selecciona un valor numérico según lo próxima que esté con respecto a cada adjetivo:

Teórica	1	2	3	4	5	6	7	Práctica
Económica	1	2	3	4	5	6	7	Cara
Actualizada	1	2	3	4	5	6	7	Desfasada

Figura 7.9: Ejemplo de uso de una escala de diferencias semánticas

4.5. Validez y fiabilidad del cuestionario

Por fiabilidad entendemos el grado en que una prueba produce en todas las ocasiones resultados similares en unas condiciones constantes (Bell, 2002). Beltrán y Rodríguez (2004) entienden que la fiabilidad es el índice de la precisión con la que una prueba objetiva evalúa aquello que pretende medir, valora la exactitud y precisión, la estabilidad con la que la prueba mide la característica, el área o los objetivos para los que ha sido diseñada, la constancia y coherencia de los resultados que se obtienen mediante su uso. Los expertos hablan de diferentes métodos para calcular la fiabilidad como son el método de consistencia interna, método de test-retest, método de formas paralelas, método de dos mitades, entre otros. El cálculo de la fiabilidad del cuestionario lo llevamos a cabo mediante el procedimiento del Alfa de Cronbach.

El cálculo del Alfa de Cronbach para valorar la fiabilidad del instrumento se basa en la intercorrelación de los ítems según la fórmula de cálculo. El cálculo del coeficiente de Cronbach puede llevarse a cabo de dos formas:

- a) Bien mediante la varianza de los ítems y la varianza del puntaje total:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Siendo:

S_i^2 la suma de varianzas de cada ítem.

S_t^2 la varianza del total de filas (puntaje total de los jueces)

k el número de preguntas o ítems.

b) o bien mediante la matriz de correlación de los ítems:

$$\alpha = \frac{np}{1 + p(n-1)}$$

Siendo:

n el número de ítems,

p el promedio de las correlaciones lineales entre cada uno de los ítems.

En nuestro caso, utilizamos para ello el paquete estadístico Minitab y obtuvimos un valor para el coeficiente $\alpha = 0,71$

Si tenemos en cuenta que en términos generales un coeficiente Alfa con el rango de 0,6 es aceptable (Thorndike, 1997) podemos deducir que nuestro instrumento presentaba un coeficiente de fiabilidad aceptable.

El grado de consistencia interna del cuestionario era también muy elevado. El comportamiento de cada uno de los ítems revelaba unos coeficientes Alfa en todos ellos igual o por encima de 0,9458, lo que ratificaba la afirmación anterior, pudiendo concluir además que cada uno de los instrumentos de este instrumento medía una porción del rango que queríamos analizar, y por tanto, el cuestionario gozaba de fiabilidad.

En síntesis, nos recuerda Bell (2002), que cualquiera que sea el proceso de recogida de datos siempre habría que examinarlo críticamente para juzgar en qué medida es fiable y válido. Por nuestra parte, al elegir el cuestionario como instrumento para la recogida de datos de la investigación lo hicimos a partir de la aplicación del procedimiento de fiabilidad, y a la luz de los resultados obtenidos estábamos en condiciones de afirmar que el cuestionario era fiable debido a que:

1. Había obtenido un coeficiente de consistencia interna muy elevado.
2. Presentaba una alta fiabilidad obtenida a través del Alfa de Cronbach. .

4.6. Pilotaje o pretest del cuestionario

El pretest o pilotaje del cuestionario se define como una prueba previa que se realiza en un instrumento de medición antes de usarlo de modo definitivo. Por lo general es conveniente realizar un pretest del cuestionario antes de aplicarlo definitivamente a la muestra de estudio. De todos modos, la necesidad de pretest y el tipo de pretest que se realice vendrá determinado por la naturaleza del cuestionario, la experiencia del investigador y las características del proyecto de

investigación (Peterson, 2000). También cuando se carece de un conocimiento exhaustivo sobre el tema investigado por parte del investigador, cuando se poseen dudas sobre cómo administrarlo y sobre las características de la muestra de aplicación, es conveniente realizar un estudio pretest. Además, también será recomendable llevar a cabo un pretest si el éxito de un proyecto de investigación depende en gran medida del estudio que se proyecta mediante la investigación por medio del cuestionario.

Según Peterson (2000) existen tres tipos de personas que deberían evaluar el cuestionario:

- a) En primer lugar los colegas, quienes deberían evaluar hasta qué punto el cuestionario es adecuado en términos de objetivos e hipótesis del estudio y también pueden realizar sugerencias sobre el diseño, la codificación o las variables utilizadas.
- b) En segundo lugar, los que van a ser los usuarios de los datos recabados en el estudio. Ellos tienen un conocimiento sobre la materia que se investiga que puede faltar al investigador.
- c) Y, en tercer lugar, personas con características similares a las de la población de estudio. En este caso, lo habitual es administrar los cuestionarios a una muestra, normalmente de conveniencia, y estudiar las dificultades del cuestionario o de la entrevista, para corregirlas en la realización definitiva.

En nuestro caso, el deseo y la necesidad de disponer de un instrumento de recogida de información como es el cuestionario, fiable, de calidad, nos llevó a realizar un *juicio de expertos*. Procedimos a enviar por Internet el cuestionario a expertos competentes en los contenidos sobre los que versaba y trataba el cuestionario para que lo valorasen y aportasen sugerencias sobre su mejora.

Los expertos: ¿quiénes eran?

Entendimos que para obtener unas respuestas pertinentes desde el ámbito de rigor y no de puro trámite, los expertos debían reunir al menos dos características:

1. Formación matemática.
2. Práctica docente universitaria.

Resultados de los expertos

1. Los expertos apreciaron que el cuestionario estaba bastante bien elaborado, pero presentaba algunas deficiencias lingüísticas que le hacían a veces incomprensible. También la dispersión, el no orden de preguntas que deberían ser correlativas dificultaba las respuestas. Algunas faltas en la transcripción debían ser igualmente corregidas.

2. Destacaron el aspecto positivo de la longitud. Pocas preguntas y concretas e ítems cerrados en cada una de ellas. Este fenómeno no degeneraba en cansancio y en consecuencia daba pie a contestar con el debido reposo. (Quince minutos para responder a todo debería ser el ideal.)
3. Sin embargo, el hecho de que las preguntas fueran cerradas ofrecían claridad, pero un estrecho margen de interpretación.
4. Todos coincidieron en la conveniencia de cambiar algunos elementos del cuestionario, como la reformulación de algunas preguntas e ítems, la reagrupación por núcleos y afinidades, la supresión de repeticiones y la clarificación de algunos conceptos

Reelaboración del cuestionario

Una vez que estudiamos, analizamos y sintetizamos las aportaciones que nos hicieron los profesores y expertos procedimos a reelaborar el cuestionario. En la versión definitiva, que constó de 12 preguntas, buscamos categorías o dimensiones en las que se agruparan los múltiples ítems y preguntas y que fueron, como ya hemos comentado anteriormente, un total de 6 y recibieron la denominación siguiente:


1. EEES
2. *Software* matemático/estadístico
3. Entornos online y recursos de Internet y multimedia complementarios a la formación presencial
4. Integración TIC en evaluación
5. Material o recursos docentes en inglés
6. Datos identificativos

De esta manera esperábamos, y dentro de las limitaciones de un instrumento como es un cuestionario, dar sentido y cohesión de ítems y preguntas. Explicamos a continuación brevemente cada una de estas dimensiones.


1. **EEES.** Incluía el nivel de adaptación actual; nivel de información institucional; nivel de cambios implicados en contenidos, metodología, evaluación y la valoración personal sobre los cambios que motivará.
2. ***Software* matemático/estadístico.** Incluía el nivel de uso de éste y la valoración personal sobre su uso.
3. **Entornos online y recursos de Internet y multimedia complementarios a la formación presencial.** Estaba compuesto por el nivel de uso y la valoración personal sobre uso.
4. **Integración TIC en evaluación.** Con la intención de medir su nivel.
5. **Material o recursos docentes en inglés.** Asimismo, también, con la intención de medir su nivel de uso.
6. **Datos identificativos.** Incluía el colectivo profesional al que pertenece y los años de experiencia docente universitaria.

Con este criterio base el cuestionario quedó así estructurado:

http://62.81.185.120//jps/control/front.jsp?accion=ClienteInicioR...



www.uoc.edu



Proyecto Mathematical E-Learning (EA2007-0310)

1. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:

	muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
[P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P2] ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P3] ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P4] ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones en relación al proceso de adaptación al EEES:

	muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
[P5] ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la próxima adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P6] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P7] ¿Qué nivel de cambios ha implicado o implicará la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones:

	muy negativo	negativo	neutro	positivo	muy positivo
[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. [V.5] Colectivo profesional:

<input type="radio"/> Catedrático de Universidad	<input type="radio"/> Ayudante Doctor
<input type="radio"/> Titular de Universidad	<input type="radio"/> Colaborador
<input type="radio"/> Catedrático de Escuela Universitaria	<input type="radio"/> Ayudante no Doctor
<input type="radio"/> Titular de Escuela Universitaria	<input type="radio"/> Asociado
<input type="radio"/> Contratado Doctor	
<input type="radio"/> Otro colectivo _____	

5. [V.4] Años de experiencia docente universitaria:

<input type="radio"/> menos de 6	<input type="radio"/> de 6 a 11	<input type="radio"/> de 12 a 18	<input type="radio"/> más de 18
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

1 de 2
13/02/2008 11:13

4.7. Análisis de los componentes del cuestionario

La estructura que se decidió para el cuestionario presentaba una composición cerrada. La integraban 12 preguntas cerradas, 10 de ellas con respuesta de la escala de Likert y 2 con respuestas de múltiples opciones.

Estructura del contenido

1. Comenzaba, en primer lugar, con un párrafo de recomendaciones sobre cómo cumplimentar adecuadamente, enfatizando la reflexión previa y una breve indicación sobre lo que se encontraría la persona que lo rellenara (informante).
2. Los bloques 1, 2 y 3 constituían el grueso medular del cuestionario y se componía de las preguntas 1 a 10: enfocadas todas ellas hacia la recogida de datos de la investigación. Cuestiones sobre valoraciones de utilización de *software* matemático, entornos online, integración de las TIC, materiales en inglés (1 a 4). Eran preguntas cerradas donde se procuraba una cuantificación sistemática de las respuestas basadas en códigos semánticos y numéricos como: Muy alto (5), Alto (4), Medio (3), Bajo (2) y Muy bajo (1). Igualmente sucedía con el bloque 2 (preguntas 5, 6 y 7) en que pedía las valoración con respecta al proceso de adaptación al EEES y en el bloque 3 en que solicitaba las valoraciones, en este caso personales, sobre el uso de *software* matemático, entornos online y sobre los cambios que motivarían el EEES (preguntas 8, 9 y 10, respectivamente).
3. Por último, se pedían unos breves datos de identificación del sujeto como eran el colectivo profesional al que pertenecían y los años de experiencia docente universitaria.

4.8. Modos de administración del cuestionario

Una vez decidido qué variables se iban a medir con el cuestionario y se tenían definidas las preguntas y/o las escalas que se integrarían en el mismo, el siguiente paso consistió en determinar cómo administrar el cuestionario a la muestra de estudio.

Clásicamente se suelen distinguir cuatro modos de administrar un cuestionario: encuesta cara a cara, encuesta telefónica, encuesta por correo y encuesta autoadministrada (**Baxter y Babbie, 2004; Bosch y Torrente, 1993; Cea D'Ancona y Valles, 1992; Deacon et al., 1999; Sumser, 2001; Weisberg et al., 1996; Winner y Dominick, 1996**). Sin embargo, hoy día los desarrollos tecnológicos han propiciado la aparición de otras modalidades de administración de cuestionarios basándose en el uso del ordenador, entre la que cabe destacar el correo electrónico.

Administración por correo electrónico

Se realiza mediante un cuestionario que es enviado por correo y donde la persona encuestada responde directamente sin la presencia del entrevistador. Por tanto, a diferencia de lo que ocurre en los otros casos, donde existe un entrevistador que estimula la respuesta de los encuestados, en la encuesta por correo electrónico no existe más estímulo a la respuesta que unos mensajes, de ahí que haya que cuidar su diseño formal.

Según **Igartúa (2006)**, este procedimiento de encuesta presenta la ventaja de poder realizarse con relativamente escaso personal (no se necesitan entrevistadores). Por la misma razón anterior, se evita el sesgo producido por la presencia del entrevistador por lo que se proporciona al entrevistado mayor sentimiento de anonimato (lo que es especialmente importante ante temas delicados para la persona entrevistada). Por otro lado, produce menor presión por obtener una respuesta inmediata, con lo que la persona entrevistada puede tener tiempo para pensar en las respuestas y proporcionar información más cercana a la realidad. Es decir, tiende a reflejar opiniones más reflexivas que las logradas con otras encuestas. También se puede considerar una ventaja de este tipo de encuesta el hecho de que proporciona acceso a muestras amplias, dispersas o difíciles de alcanzar por otros métodos.

El mismo autor anterior enumera que entre las limitaciones de la administración por correo electrónico cabe señalar, en primer lugar, que nunca se podrá tener certeza sobre quién es la persona que ha cumplimentado realmente el cuestionario. Tampoco existe control sobre el contexto en el que se rellena (con lo que otras personas pueden influir en las respuestas). En segundo lugar, el nivel de participación suele ser el más bajo, aunque se puede mejorar realizando seguimientos. También hay que tener en cuenta que el cuestionario debe ser corto, ya que si es demasiado largo el nivel de participación será menor (por desmotivación). Otra desventaja está relacionada con la calidad de la información obtenida. Esta puede ser inferior, ya que algunas preguntas pueden quedar sin responder, pueden existir errores en el seguimiento de pautas para contestar las preguntas por falta de interés o por no haber entendido bien las instrucciones, etc. Finalmente, hay que tener en cuenta que debe cuidarse la redacción de las preguntas, su orden y el formato. Un buen cuestionario por correo electrónico tiene que suplir al entrevistador (que explica los propósitos del estudio, responde a las dudas, etc.) y estimular la respuesta.

En nuestro caso, el estudio que presentamos era una investigación a través de Internet. Se puede considerar que era una *communication-based research method*, puesto que había un correo electrónico que hacía de plataforma para enviar el instrumento que nos permitió recoger los datos. Además, la recogida de datos era asincrónica, puesto que no recogimos los datos en tiempo real, ya que quienes respondían no tenían porqué estar conectados en el momento en el cual les enviamos la encuesta.

La herramienta de encuestas electrónicas elegida (*NetQuest*), un servicio de encuestas *online* usado para investigaciones académicas y de mercado, permite elaborar una encuesta identificada. De esta manera, responde a la necesidad de enviar las encuestas de manera

anónima, pero al mismo tiempo se puede saber quien ha contestado la encuesta para poder llevar a cabo el seguimiento. Otra utilidad de la encuesta identificada es poder cruzar los datos de respuesta con los datos que ya poseemos de los encuestados, de forma que no se hace necesario incluir en la encuesta información ya existente en nuestra base de datos.

Las razones para elegir esta herramienta son las siguientes:

- Permite importar los campos deseados de un documento Excel, de donde se pueden obtener los datos personales de cada encuestado.
- Permite exportar los resultados de la encuesta a un documento Excel en formato numérico o alfabético, de forma que se pueden ampliar las estadísticas y relacionar datos personales.
- Permite el envío personalizado de la encuesta con un link personal. Al no tener que realizar preguntas personales, da la apariencia de anonimato, a la vez que puede realizar una recopilación personalizada de las respuestas.
- Permite generar un correo electrónico con un cuerpo genérico pero que personalice el envío con el nombre y los datos que se deseen introducir del encuestado.
- Permite mostrar las preguntas de forma matricial, de forma que el cuestionario sea corto y rápido de responder.

La recogida de datos se estructuró en dos fases (en ambas ediciones), correspondientes al primer envío de la encuesta, y a un segundo envío a modo de recordatorio a todas aquellas personas que no contestaron en primera instancia.

Como opción metodológica, el grupo de trabajo decidió considerar como “enviados” aquellos correos electrónicos que habían sido abiertos. Si se considera lo que dice **Bryman (2004)**, por un lado, acerca de las invitaciones a participar en investigaciones llevadas a cabo por correo electrónico, que pueden confundirse con correos sin importancia, lo que puede hacer que se envíen a la papelera de reciclaje sin tan siquiera leerse; y, teniendo en cuenta, por otro lado, que los datos se han obtenido por Internet directamente en las páginas web de los departamentos, sin tener la seguridad que dicha información esté actualizada, se estimó conveniente considerar que el número correos electrónicos que debíamos tener en cuenta en este estudio correspondía a los correos abiertos por los profesores. Estos últimos nos indican cuantas personas han leído nuestra invitación a participar en el proyecto. Por tanto, en la edición 2008, se consideraron como enviados 3232 cuestionarios.

Dado que el número de profesores que contestaron la encuesta (NetQuest+otros medios) fue de 1932¹, el porcentaje de respuesta fue de un 59,77%. A continuación se detallan las respuestas por Comunidades Autónomas (**Tabla 7.3**):

¹ Nótese que las 1932 respuestas corresponden a 1931 respuestas recibidas vía *NetQuest*, más dos cuestionarios recibidos por otras vías. También se ha eliminado una encuesta que su autora nos pidió que restáramos.

Tabla 7.3: Número de encuestas respondidas de cada comunidad autónoma en la edición de 2008

Comunidad Autónoma	Encuestas contestadas
Andalucía	331
Aragón	40
Asturias	48
Canarias	20
Cantabria	30
Castilla La Mancha	30
Castilla León	125
Cataluña	291
Extremadura	42
Galicia	98
Islas Baleares	42
La Rioja	20
Madrid	397
Murcia	110
Navarra	29
País Vasco	76
Valencia	203
Totales	1932

Asimismo, en la edición del 2011, siguiendo la opción metodológica de considerar como “enviados” aquellos correos electrónicos que fueron abiertos, se consideraron como enviados 2594 correos. Estos están distribuidos de la siguiente manera:

- 1) Habían abierto el e-mail, habían hecho click y habían contestado la encuesta: 969
- 2) Habían abierto el e-mail pero no hicieron click en la encuesta: 683
- 3) Habían abierto el e-mail, habían hecho click en la encuesta pero no la habían contestado: 942

En total, las encuestas enviadas fueron 2594 y las encuestas respondidas fueron 969 lo que representó una tasa de respuesta del 37,36%. A continuación se detallan las respuestas por Comunidades Autónomas, en comparativa las ediciones 2008 y 2011 (**Tabla 7.4**):

Tabla 7.4: Número de encuestas respondidas de cada comunidad autónoma en las ediciones de 2008 y de 2011

Comunidad Autónoma	Encuestas contestadas 2008	Porcentaje	Encuestas contestadas 2011	Porcentaje
Andalucía	331	17,1325052	158	16,3054696
Aragón	40	2,07039337	13	1,34158927
Asturias	48	2,48447205	37	3,81836945
Canarias	20	1,03519669	8	0,8255934
Cantabria	30	1,55279503	19	1,96078431
Castilla La Mancha	30	1,55279503	22	2,27038184
Castilla León	125	6,4699793	66	6,81114551
Cataluña	291	15,0621118	169	17,4406605
Extremadura	42	2,17391304	22	2,27038184
Galicia	98	5,07246377	18	1,85758514
Islas Baleares	42	2,17391304	19	1,96078431
La Rioja	20	1,03519669	11	1,13519092
Madrid	397	20,5486542	206	21,2590299
Murcia	110	5,69358178	43	4,4375645
Navarra	29	1,5010352	15	1,54798762
País Vasco	76	3,93374741	37	3,81836945
Valencia	203	10,5072464	106	10,9391125
Totales	1932	100	969	100

En la **Figura 7.10** aparecen las gráficas de encuestas respondidas de ambas ediciones comparativamente. Se observa que las tres comunidades más numerosas (Andalucía, Cataluña y Madrid) no hay excesiva diferencia y la comunidad que experimenta mayor variación es Galicia.

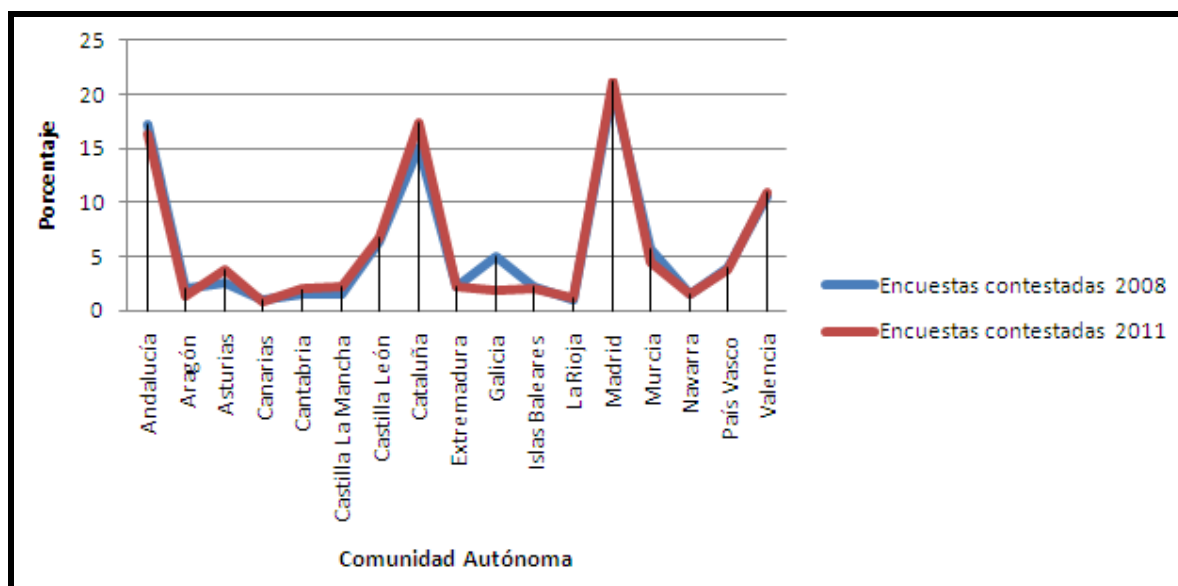


Figura 7.10: Gráficas de encuestas respondidas de ambas ediciones comparativamente

5. El proceso de triangulación

La triangulación permite integrar y contrastar la información disponible para construir una visión global, exhaustiva y detallada de cada experiencia particular, según afirman **Greene et al. (1997)**. El análisis triangular realizado desempeña funciones de corroboración, elaboración e iniciación (**Sevillano et al., 2007**).

Existen tres tipos de triangulación:

1. **La triangulación metodológica:** Se conjugan datos de naturaleza cualitativa y cuantitativa, dando lugar a los llamados diseños mixtos, y se utilizan diversos métodos interpretativos para estudiar el mismo fenómeno.
2. **La triangulación de momentos:** Consiste en reunir datos relativos a procesos relacionados con el tiempo de grupos distintos en un período determinado. Se procede a contrastar resultados obtenidos en los distintos momentos empleados al objeto de detectar cambios y evoluciones en los procesos desarrollados y por los distintos sectores implicados
3. **La triangulación de informantes y sujetos:** Implica conocer y contrastar los múltiples puntos de vista que se conjugan en una misma circunstancia. Constituye una práctica recomendable y esencial, si se pretende aproximar a una comprensión profunda de la realidad que permita interpretaciones justificadas.

En nuestro estudio aplicamos el segundo tipo de triangulación, la de momentos, y los resultados de esta metodología es la que se verá en próximos capítulos.

Referencias

- Adams, R. C. (1989): *Social survey methods for mass media research*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Almeida, E. P. (2004): "A discourse analysis of student perceptions of their communication competence" en *Communication Education*, 53: 4, 357 – 364
- Babbie, E. (1990): *Survey research methods*. Belmont: Wadsworth.
- Baxter, L. A., Babbie, E. (2004): *The basics of communication research*. Toronto: Thomson Wadsworth.
- Bell, J. (2002): *Cómo hacer tu primer trabajo de investigación*. Barcelona. Gedisa.
- Beltrán, R. y Rodríguez, J. L. (2004): "Validez" en Salvador, F.; Rodríguez, J.L., Bolívar, A. (directores): *Diccionario Enciclopédico de Didáctica*, Málaga: Aljibe
- Bisquerra, R. (1989): *Métodos de investigación educativa*. Guía práctica. Madrid: CEAC.
- Bosch, J.L. y Torrente, D. (1993): *Encuestas telefónicas y por correo*. Madrid: CIS.
- Bryman, A. (2004): *Social Research Methods*, UK: Oxford University Press
- Buel, C. (2004): "Models of Mentoring in Communication". En *Communication Education*, 53: 1, 56 – 73
- Buendía, L. (1994): "El método experimental. Diseños de investigación". En Colás, M. P. y Buendía, L. (eds), *Investigación educativa*. Sevilla. Alfar.
- Cea D'Ancona, M. A. (1992): "La encuesta psicosocial I" en Clemente, M. (eda): *Psicología social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Eudema, 264 – 278
- Cea D'Ancona, M. A., Vallés, M. S. (1992): "La encuesta psicosocial II" en Clemente, M. (eds), *Psicología social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Eudema, 279 – 301
- Cohen, L., Manion, L. (1990): *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Creswell, J. (2002): *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Ohio: Merrill Prentice Hall.
- Deacon, D., Pickering, M., Golding, P., Murdock, G. (1999): *Researching communications. A practical guide to methods in media and cultural analysis*. Nueva York: Arnold.
- Fox, D. J. (1987): *El proceso de investigación en educación*. Pamplona: EUNSA.
- García Vega, J. L. (1995): *Cómo elaborar el proyecto de investigación*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Grande, I., Abascal, E. (2007): *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. Madrid: ESIC.
- Gravet, S., Petersen, N. (2002): "Structuring Dialogue with Students via Learning Tasks". En *Innovative Higher Education*, 26:4, 281 – 291
- Greene, J. C., Caracelli, V. J. (1997): "Defining and describing the paradigm issue in mixed-method evaluation". En J. C. Greene y V. J. Caracelli (eds.), *Advances in mixed-method evaluation: The challenges and benefits of integrating diverse paradigms*, 5 – 17, New Directions for Evaluation, núm. 74. San Francisco: Jossey-Bass.

- Hayes, B. E. (1995): *Cómo medir la satisfacción del cliente. Desarrollo y utilización de cuestionarios*. Barcelona: Gestión 2000.
- Igartúa, J. J. (2006): *Métodos cuantitativos de investigación en comunicación*. Barcelona: Bosch.
- Kerlinger, F. N. (1985): *Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología*. México: Interamericana.
- Kiracowski, J. (2005): *Questionnaires in usability engineering. Human factors research group*. Korc: Ireland.
- León, O., Montero, I. (1999): *Diseño de investigaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Marcelo, C. (1992): *Aprender a enseñar: un estudio sobre el proceso de socialización de profesores principiantes*. Madrid: CIDE.
- Pardo, A., Ruiz, M. A. (2002): *SPSS 1.1. Guía para el análisis de datos*. Madrid: Alianza.
- Patton, M. Q. (1987): *How to use qualitative methods in evolution*. Beverly Hills: Sage.
- Peterson, R. A. (2000): *Constructing effective questionnaires*. Thousand Oaks, CA. Sage.
- Scheaffer, R. L., Mendenhall, W., Ott, L. (2007): *Elementos de muestreo*. México: Ed. Iberoamericana.
- Sevillano, M.L., Pascual, M.A., Bartolomé, D. (2007): *Investigar para innovar en enseñanza*. Madrid: Pearson. Prentice Hall.
- Sierra Bravo, R. (1984): *Diccionario práctico de estadística y técnicas de investigación científica*. Madrid: Paraninfo.
- Sierra Bravo, R. (1995): *Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios*. Madrid: Paraninfo.
- Sumser, J. (2001): *A guide to empirical research in communication*. Thousand Oaks, CA. Sage.
- Tejedor, F. J. (2000): "El diseño y los diseños en la evaluación de programas". En *Revista Investigación Educativa*, 18, 319 – 339
- Thorndike, R. M. (1997): *Measurement and evaluation in psychology and education*. Nova York: McMillan.
- Tuckman, B. W. (1972): *Conducting educational research*. Nova York: Hacourt.
- Weibsberg, H., Krosnick, J.A., Bowen, B.D. (1996): *An introduction to survey research, polling and data analysis*. Thousand Oaks: CA. Sage.
- Wimmer, R.D., Dominick, J.R. (1996): *La investigación científica de los medios de comunicación. Una introducción a sus métodos*. Barcelona: Bosch.
- Wolf, R. M. (1992): "Cuestionarios". En Husen, T. y Postlethwante, T. N. (eds), *Enciclopedia Internacional de la Educación*. Barcelona: Vicens Vives.

Resultados del experimento-encuesta del proyecto MEL y análisis de datos

"Hay que tener cuidado con los libros de salud, podemos morir por culpa de un error" (Mark Twain)

1. Introducción

Se procede en este capítulo a presentar los resultados cuantitativos obtenidos tras la aplicación de la metodología empírica, presentada en el capítulo 5 de esta tesis, a los cuestionarios pasados a la muestra seleccionada en las dos ediciones escogidas: en el año 2008, antes de la implantación del EEES, y en el año 2011, después de la instauración de éste.

2. Resultados de la edición del 2008

Una vez obtenidas las 1931 respuestas sobre los 3230 profesores encuestados por e-mail, se procedió a su tratamiento y codificación para su posterior análisis. La fase de tratamiento y codificación se realizó con el uso combinado de la hoja de cálculo Excel y del programa estadístico Minitb.

En esta fase, en primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de las respuestas en su globalidad. Posteriormente, se realizó, para cada una de las preguntas clave del cuestionario, un análisis descriptivo por Comunidad Autónoma (CC.AA.), lo que nos permitió representar gráficamente la opinión mayoritaria de los profesores encuestados por CC.AA.

DATOS SOBRE LOS PARTICIPANTES EN LA ENCUESTA

Respecto a la procedencia de los 1931 profesores que contestaron la encuesta en el año 2008 (**Figura 8.1**) se observó que había representantes de las 17 CC.AA., siendo la más representada la Comunidad de Madrid (un 20,6% de los profesores que contestaron provenían de la misma), seguida por Andalucía (17,1%) y, en tercer lugar, Cataluña (15,1%). En general, se observó que estos porcentajes eran bastante acordes con el porcentaje de profesores universitarios de cada CC.AA. sobre el total de profesores universitarios de España.

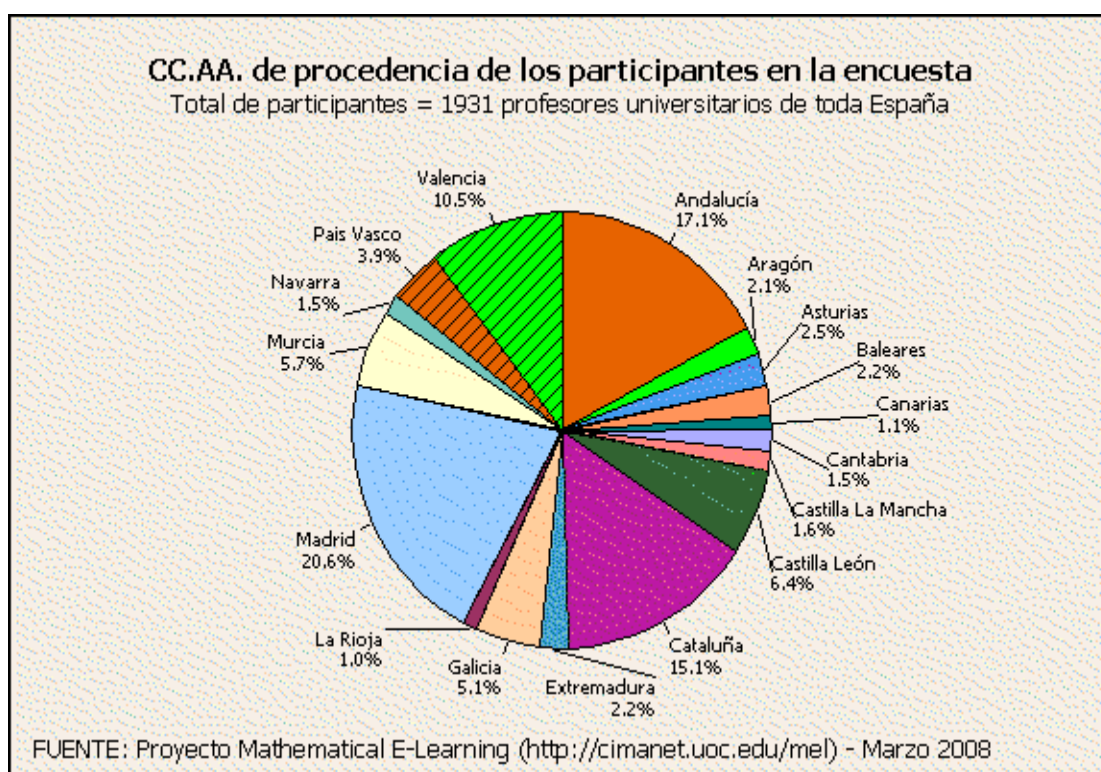


Figura 8. 1: Gráfico circular en que cada sector representa la CC.AA. de procedencia de los participantes en la encuesta

Por su parte, la **Figura 8.2** muestra el porcentaje que representa cada uno de los distintos colectivos profesionales (PDI funcionario a Tiempo Completo, PDI no funcionario a Tiempo Completo y PDI a Tiempo Parcial) sobre el total de las 1931 respuestas.

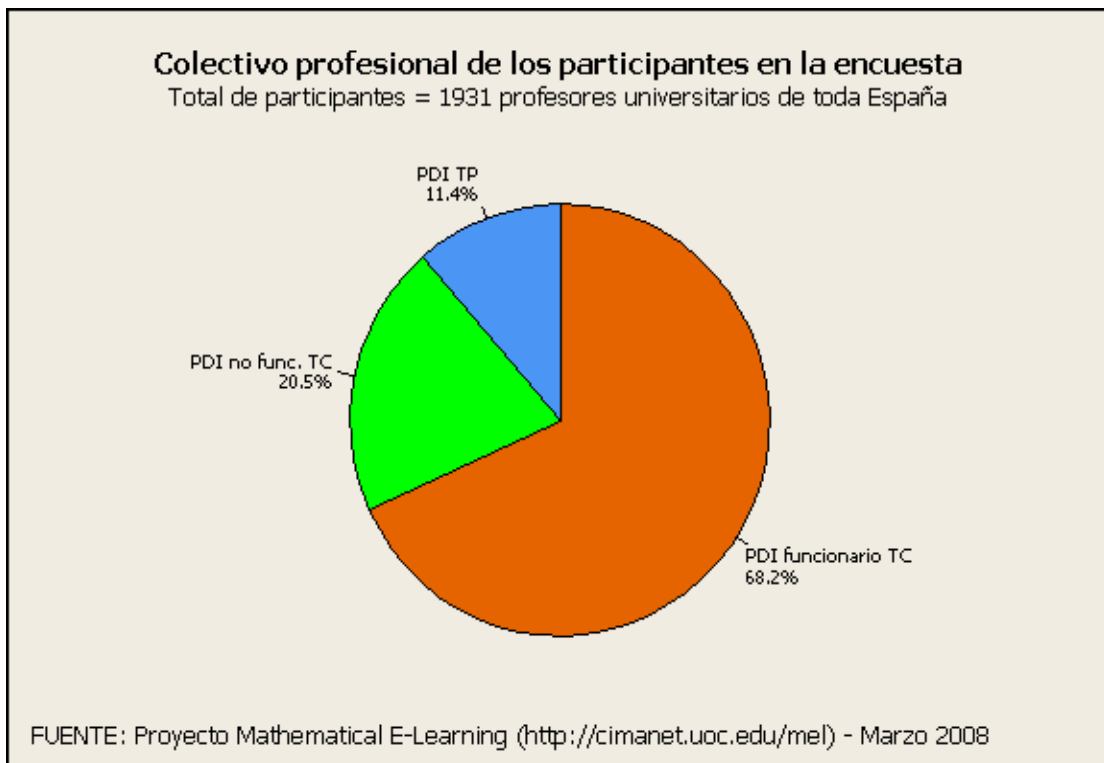


Figura 8.2: Gráfico circular en que se representa el colectivo profesional al que pertenecen los participantes en la encuesta

Se observa que un 68,2% de los profesores que respondieron a la encuesta pertenecían al colectivo PDI funcionario a tiempo completo, un 20,5% pertenecían al colectivo PDI no funcionario a tiempo completo, y un 11,4% pertenecían al colectivo PDI a tiempo parcial. Cabe recordar en este punto que los cuestionarios se enviaron a las direcciones electrónicas que aparecían publicadas en las páginas *web* de las diferentes instituciones y, en muchas ocasiones, sólo aparecían aquellos profesores que tenían una vinculación estable con la misma.

Si se tiene en cuenta una segunda clasificación de colectivos profesionales (**Figura 8.3**), se observa que el 39,6% de las respuestas corresponden al colectivo conjunto formado por Titulares Universitarios (TU) y Catedráticos de Escuela Universitaria (CEU). Un 12,3% de las respuestas provenían de Catedráticos de Universidad (CU), un 11,4% de Asociados a Tiempo Parcial, un 9,5% de Ayudantes Doctores o Contratados Doctores, un 4,9% de Colaboradores y, finalmente, un 6,0% correspondería a Otros (Profesores Invitados, Becarios de Investigación, etc.)

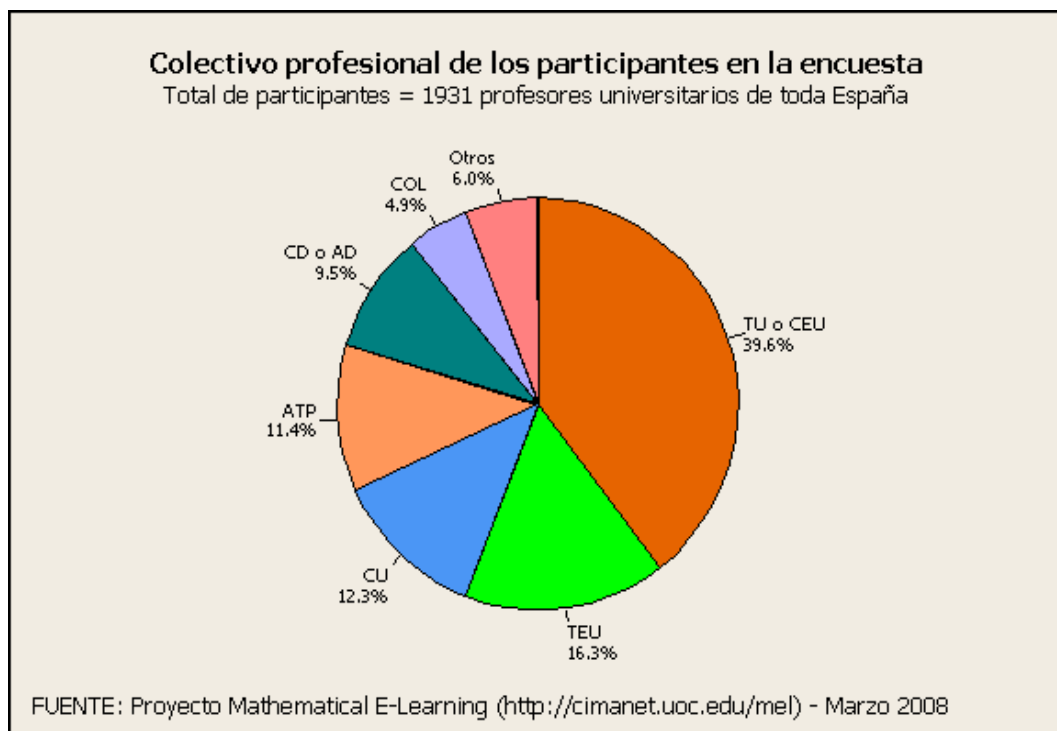


Figura 8.3: Gráfico circular en que cada sector representa el colectivo profesional de los participantes en la encuesta

Con relación a los años de experiencia docente universitaria (**Figura 8.4**), hubo un 11,4% de participantes con menos de 6 años de experiencia docente universitaria, un 17,8% de participantes que tenían entre 6 y 11 años de experiencia, un 28,7% entre 12 y 18 años de experiencia y, finalmente, un 42,1% con más de 18 años.

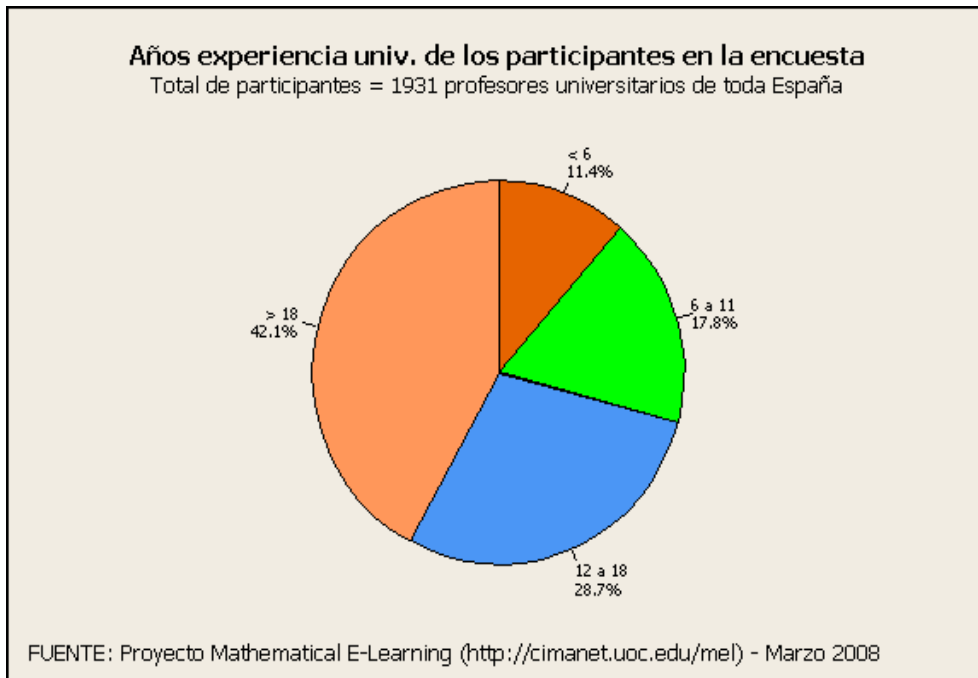


Figura 8.4: Gráfico circular en que cada sector representa años de experiencia universitaria de los participantes

USO ACTUAL DE SOFTWARE MATEMÁTICO-ESTADÍSTICO

En este apartado se analizan las respuestas a la primera de las preguntas de la encuesta:

[P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?

Como se puede observar en la **Figura 8.5**, entre las respuestas predominó la opción “Bajo / Muy bajo”, que representaba un 37% de las mismas. Aproximadamente, un 31% de las respuestas se decantaron por la opción “Medio”, mientras que un 32% eligieron la opción “Alto / Muy alto”.

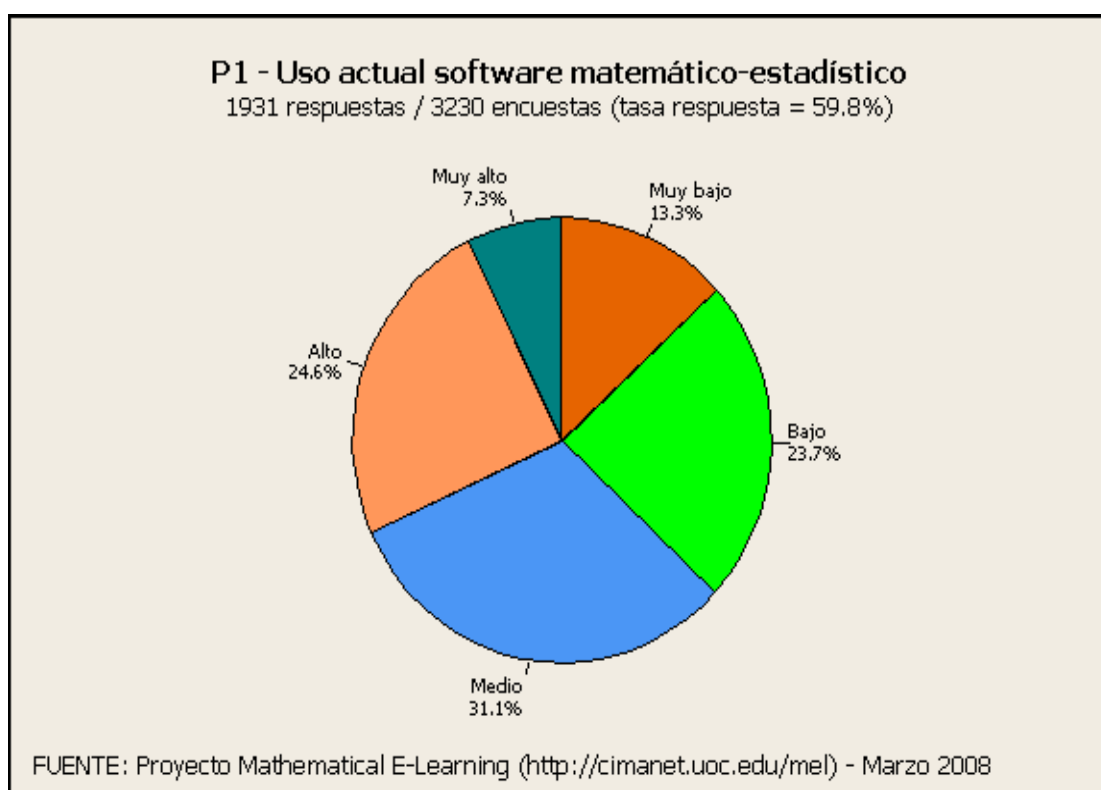


Figura 8.5: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 1 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.6 y 8.7**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” fue la opción predominante en Navarra, Aragón, Andalucía, Cataluña, Cantabria y Asturias. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” fue predominante en País Vasco, Castilla León, Madrid, Valencia y Murcia. En el resto de las CC.AA., la opción predominante fue la “Medio”.

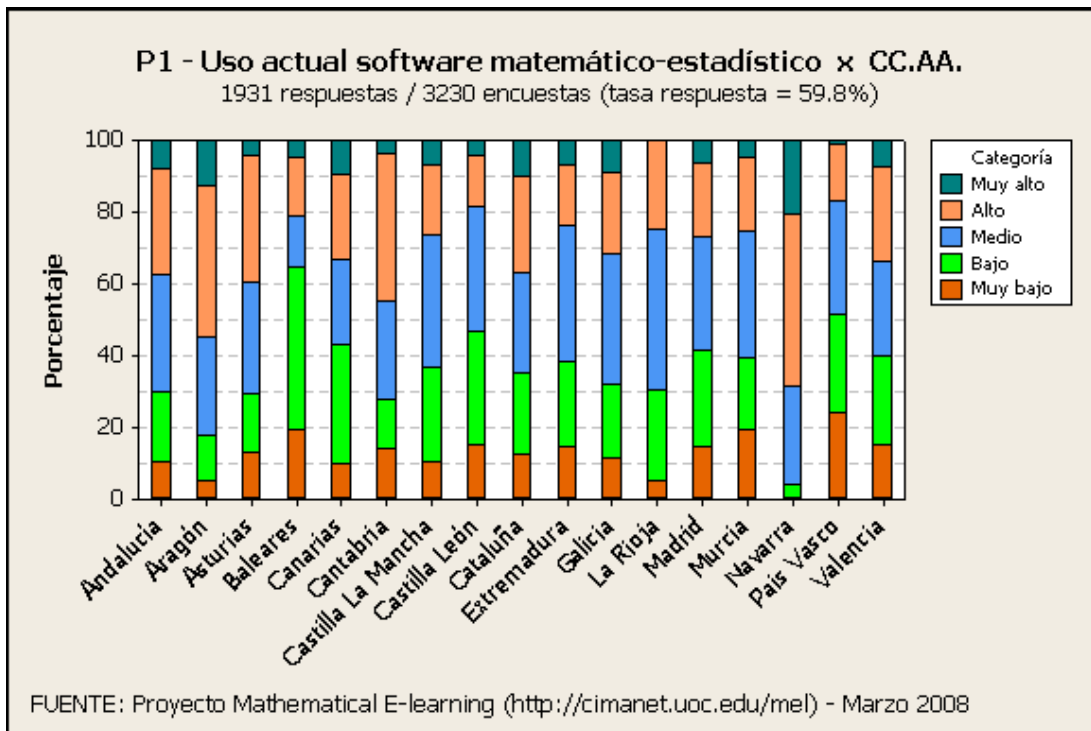


Figura 8.6: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta

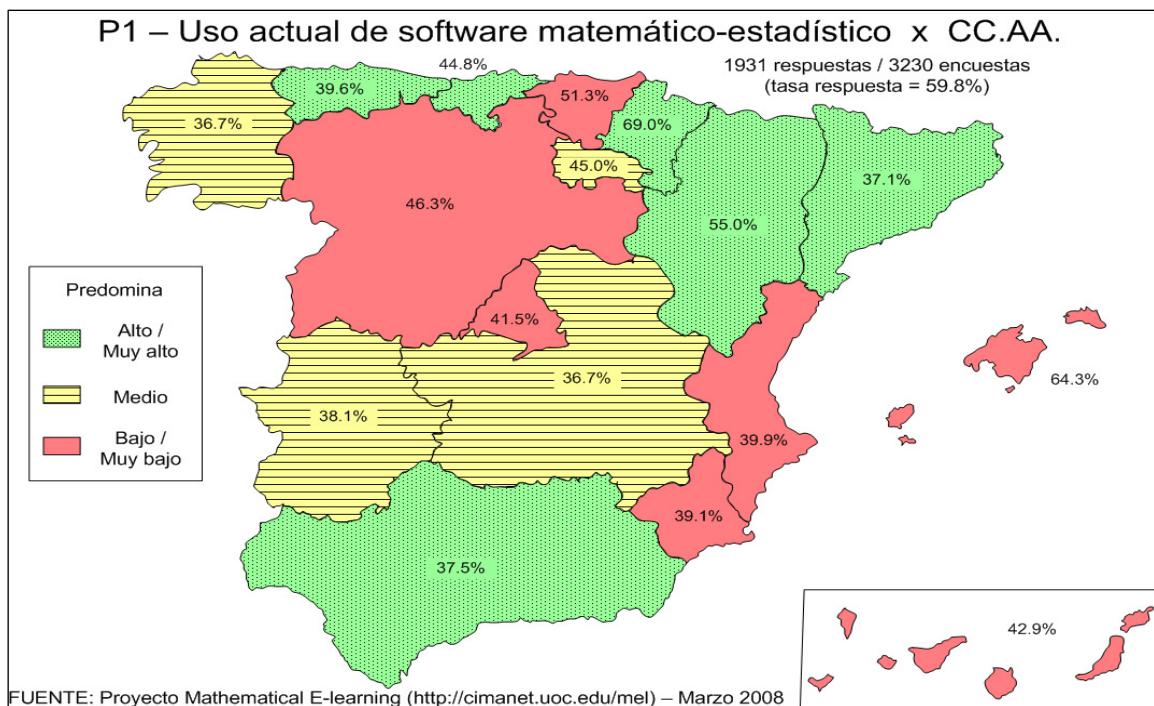


Figura 8.7: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 1

USO ACTUAL DE ENTORNOS ONLINE Y DE INTERNET

En este apartado se analizan las respuestas a la segunda de las preguntas de la encuesta:

[P2] ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?

Como se puede observar en la **Figura 8.8**, entre las respuestas predominó la opción “Bajo / Muy bajo”, que representaba un 42% de las mismas. Aproximadamente, un 28% de las respuestas se decantaron por la opción “Medio”, mientras que un 30% eligieron la opción “Alto / Muy alto”.

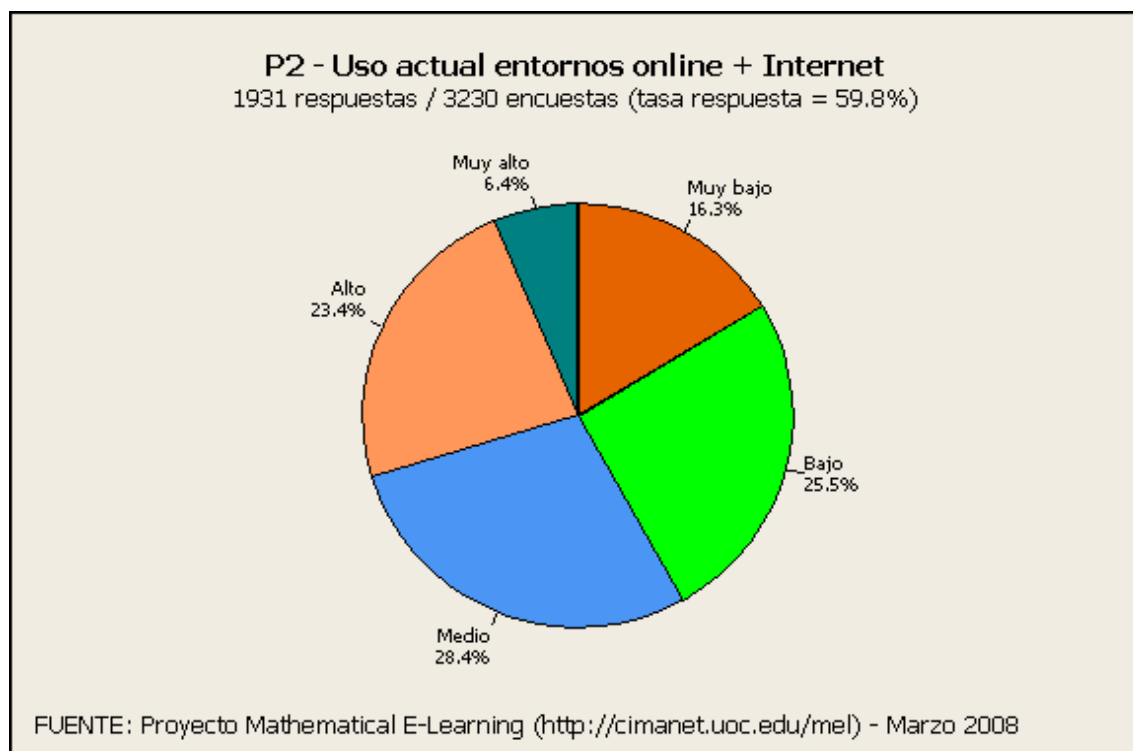


Figura 8.8: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 2 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.9 y 8.10**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” fue la opción predominante en Navarra, Canarias, La Rioja, Baleares y Cataluña. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” fue predominante en la mayoría de las CC.AA., entre las cuales destacaron (en este orden): Castilla León, Valencia, Asturias y Extremadura. En Aragón y Galicia, sin embargo, predominó la opción “Medio”.

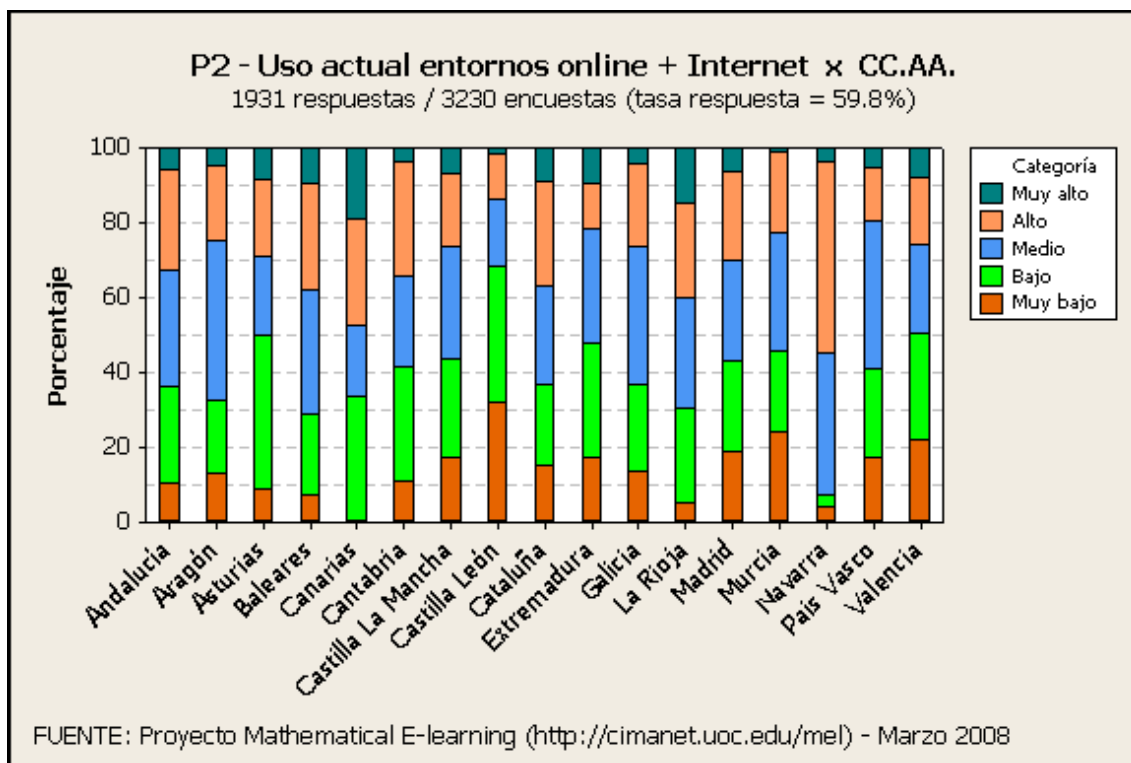


Figura 8.9: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 2

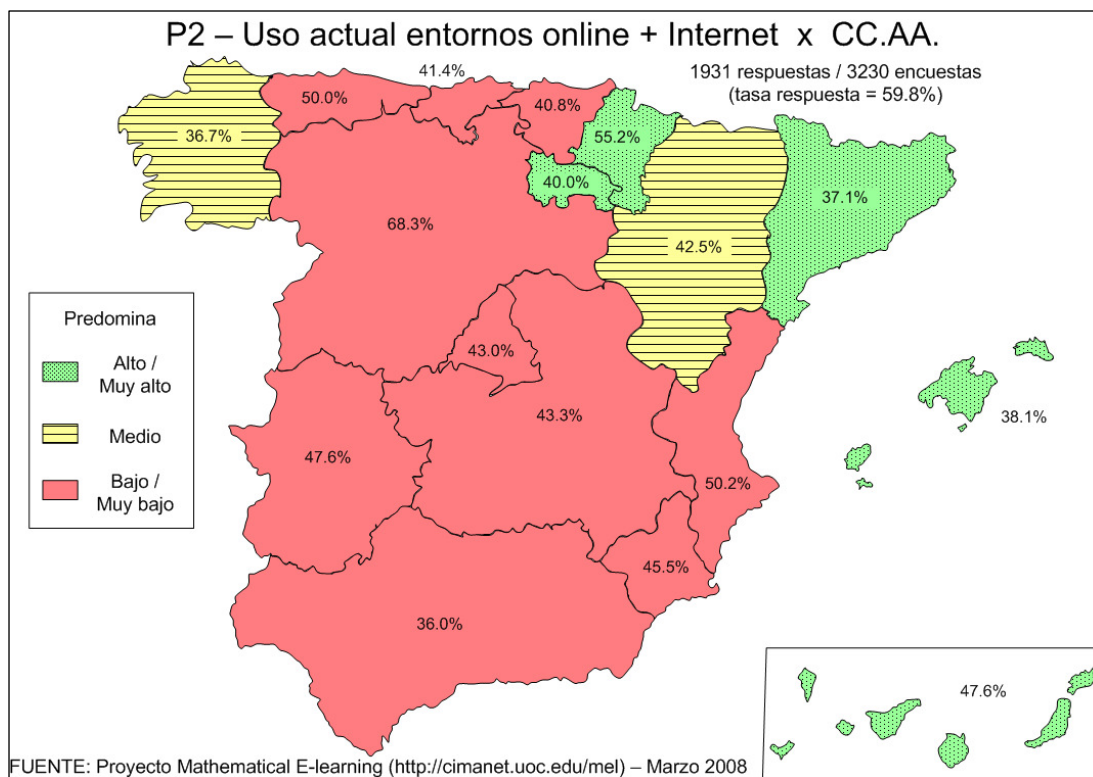


Figura 8.10: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 2

INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN

En este apartado se analizan las respuestas a la tercera de las preguntas de la encuesta:

[P3] ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)

Como se puede observar en la **Figura 8.11**, entre las respuestas predominó la opción “Bajo / Muy bajo”, que representaba un 56% de las mismas. Aproximadamente, un 24% de las respuestas se decantaron por la opción “Medio”, mientras que un 20% eligieron la opción “Alto / Muy alto”.

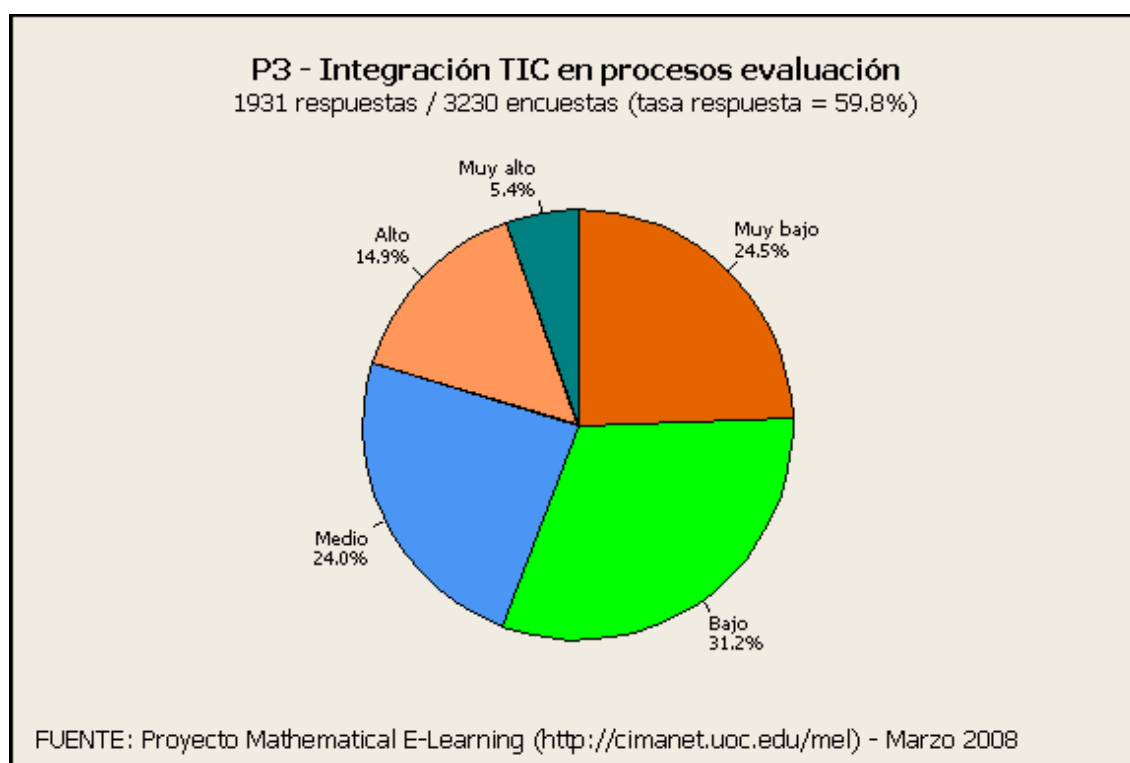


Figura 8.11: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 3 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.12 y 8.13**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” fue la opción predominante en Navarra. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” fue predominante en la mayoría de las CC.AA., a excepción de la ya mencionada Navarra y de La Rioja, donde predominó la opción “Medio”.

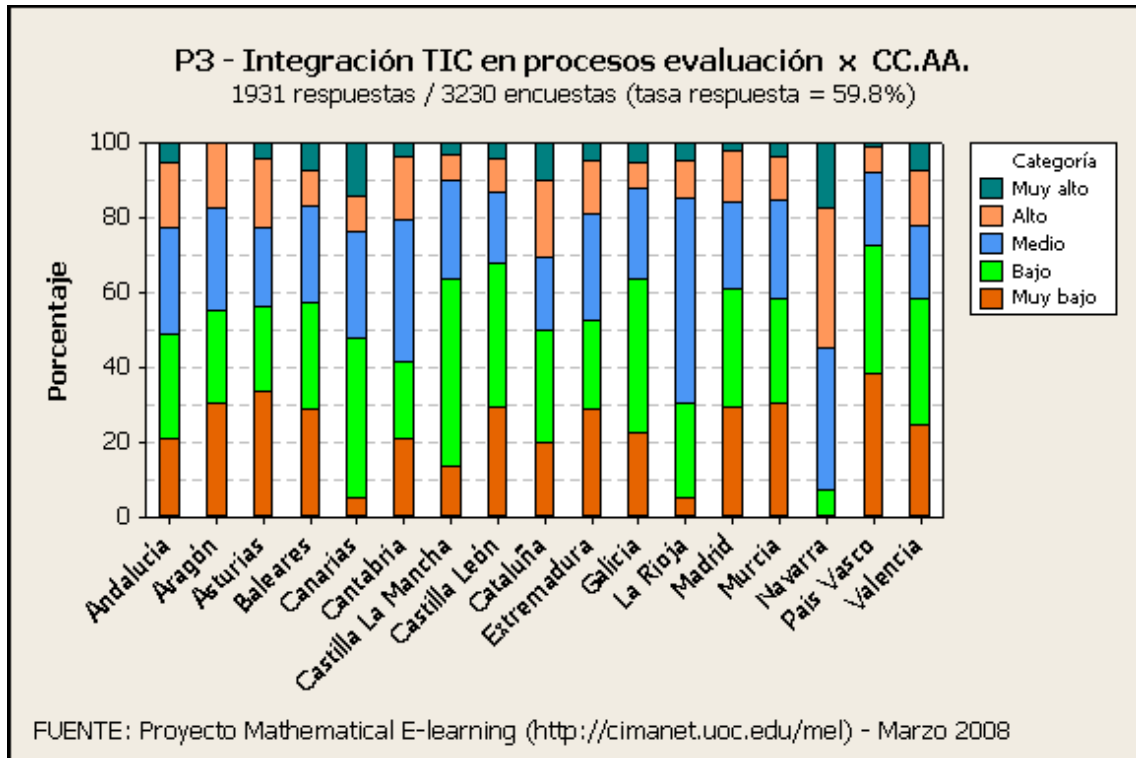


Figura 8.12: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 3

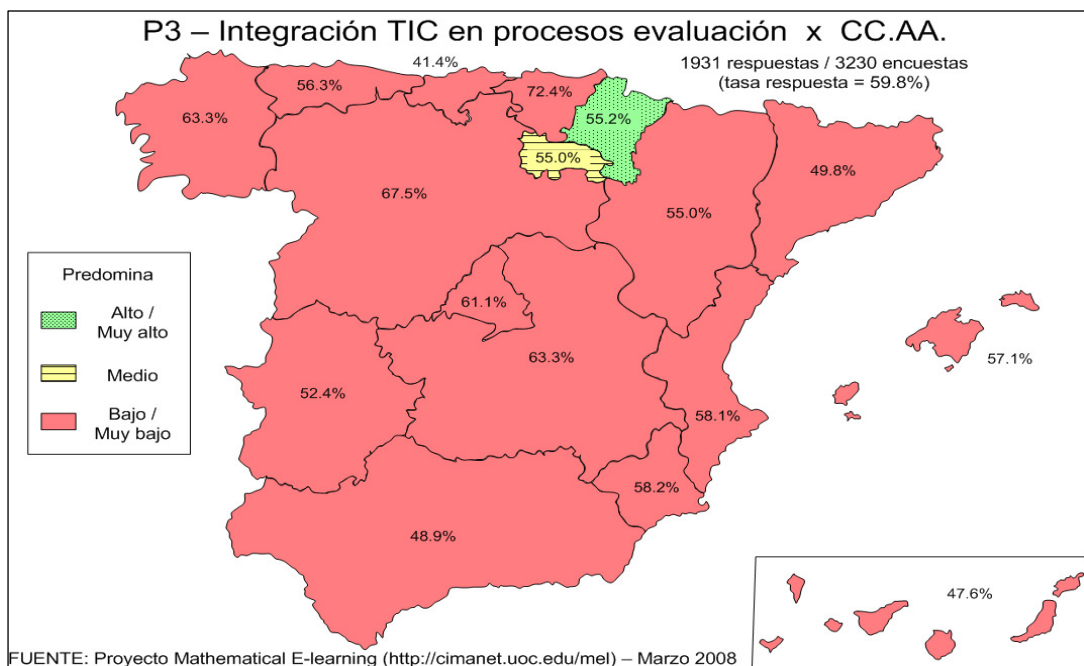


Figura 8.13: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 3

USO DE MATERIAL O RECURSOS EN INGLÉS

En este apartado se analizan las respuestas a la cuarta de las preguntas de la encuesta:

[P4] ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?

Como se puede observar en la **Figura 8.14**, entre las respuestas predominó la opción “Bajo / Muy bajo”, que representaba un 70% de las mismas. Aproximadamente, un 20% de las respuestas se decantaron por la opción “Medio”, mientras que un 10% eligieron la opción “Alto / Muy alto”.

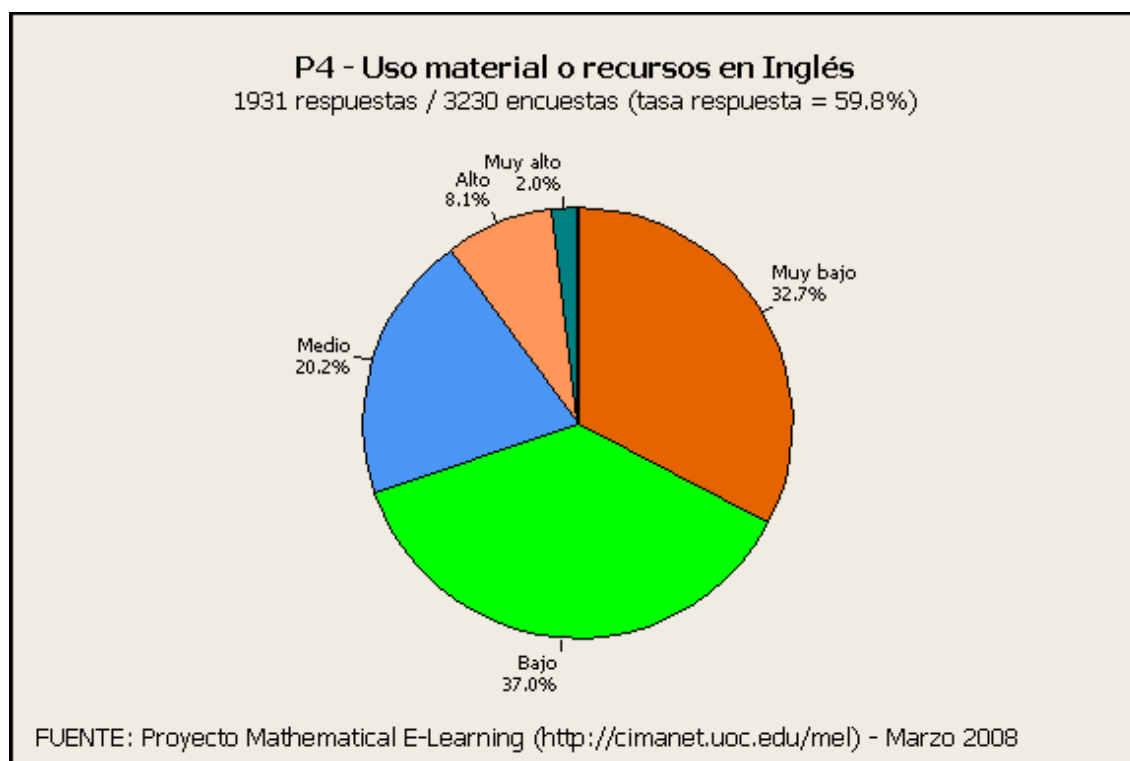


Figura 8.14: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 4 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.14 y 8.15**), se observa que no hay ninguna CC.AA. en la que predomine la opción “Alto / Muy alto”. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” fue predominante en todas las CC.AA.

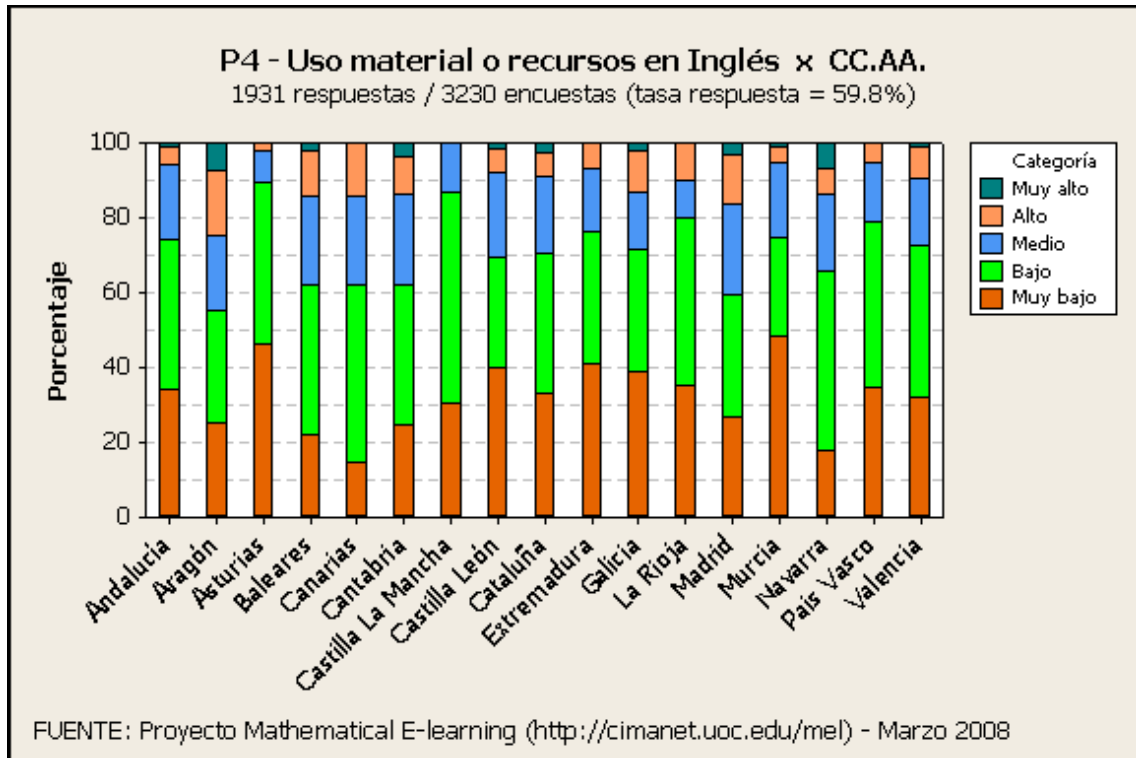


Figura 8.15: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 4

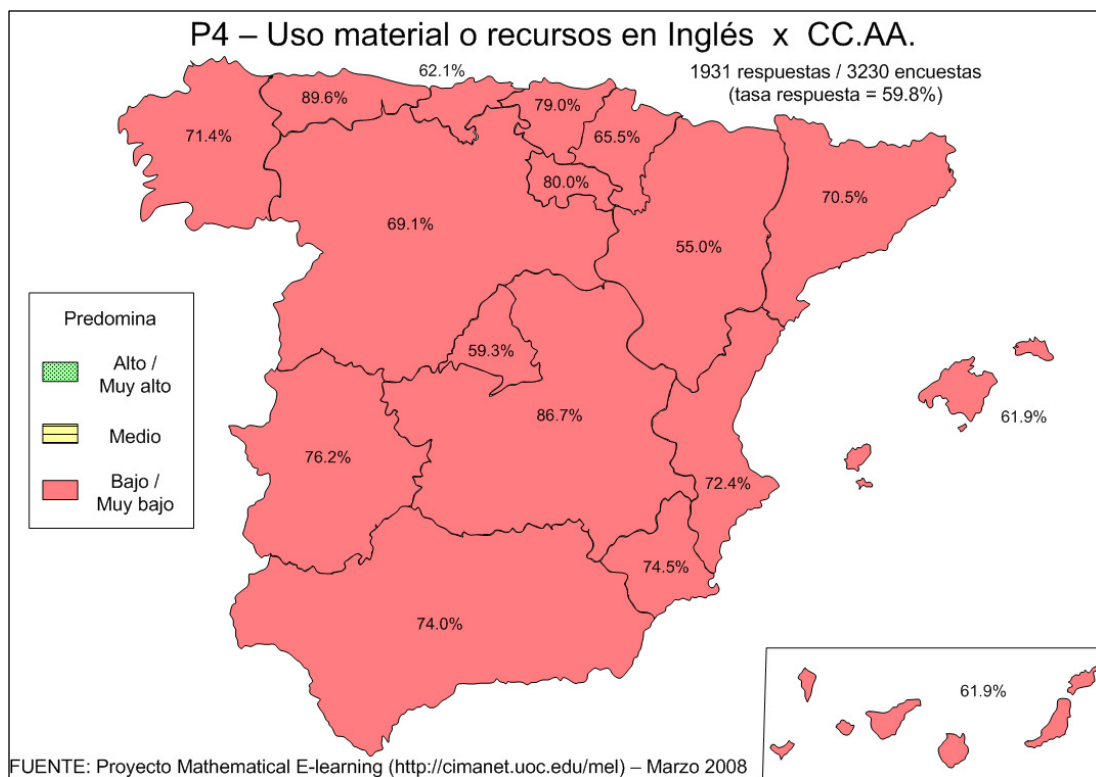


Figura 8.16: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 4

NIVEL DE ADAPTACIÓN AL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la quinta de las preguntas de la encuesta:

[P5] ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la próxima adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?

Como se puede observar en la **Figura 8.17**, entre las respuestas predominó la opción “Medio”, que representaba un 37% de las mismas. Aproximadamente, un 34% de las respuestas se decantaron por la opción “Bajo / Muy bajo”, mientras que un 29% eligieron la opción “Alto / Muy alto”.

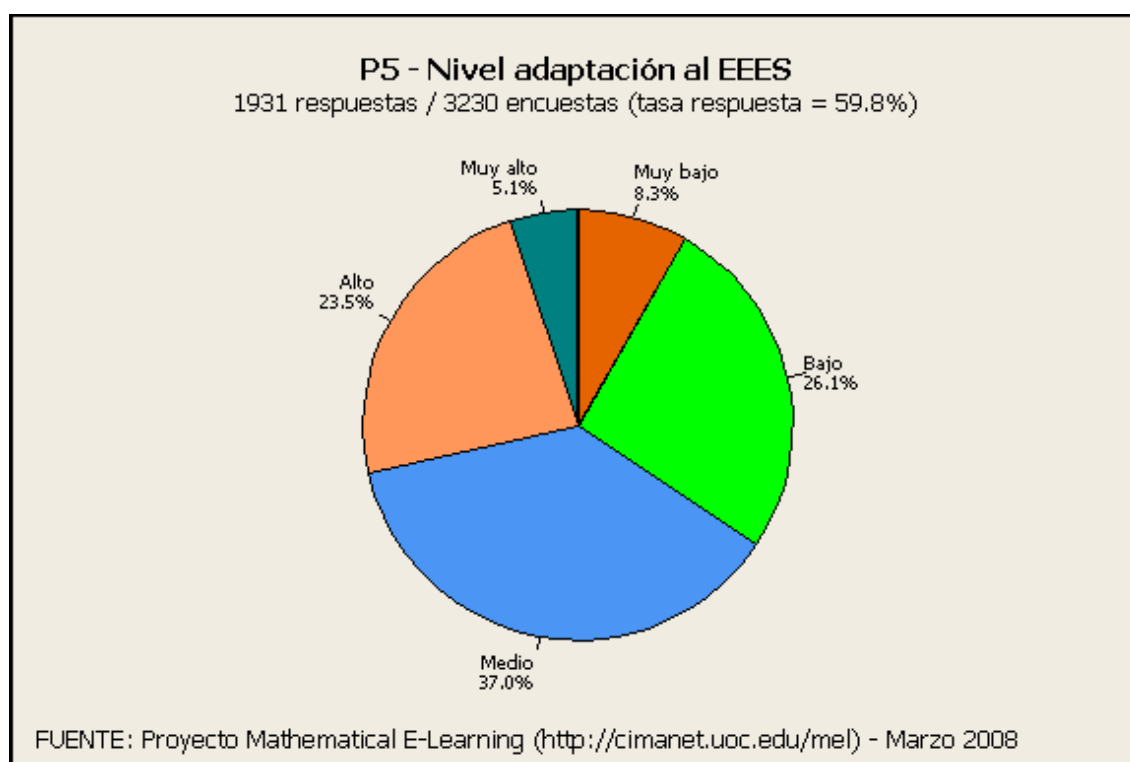


Figura 8.17: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 5 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.18 y 8.19**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” fue la opción predominante en Castilla La Mancha. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” fue predominante en muchas CC.AA., entre otras: Aragón, Baleares, Asturias, Castilla León, etc. Finalmente, la opción “Medio” fue predominante en CC.AA. como País Vasco, La Rioja, Cantabria, etc.

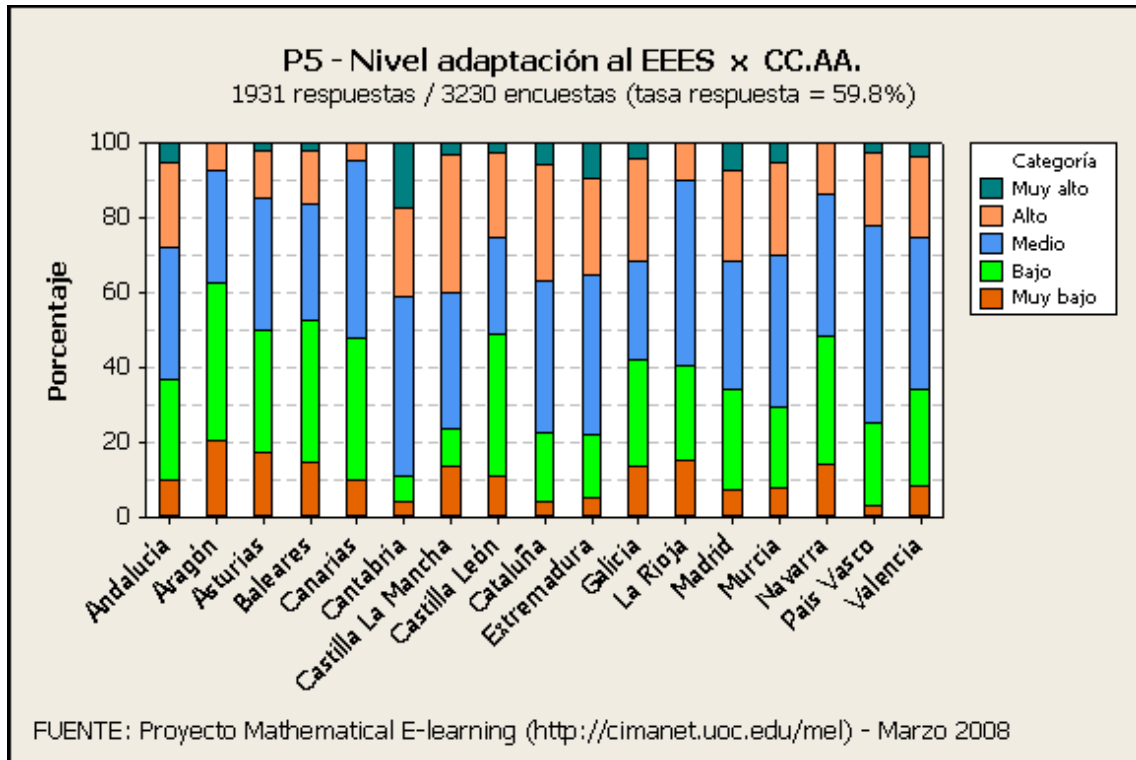


Figura 8.18: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 5

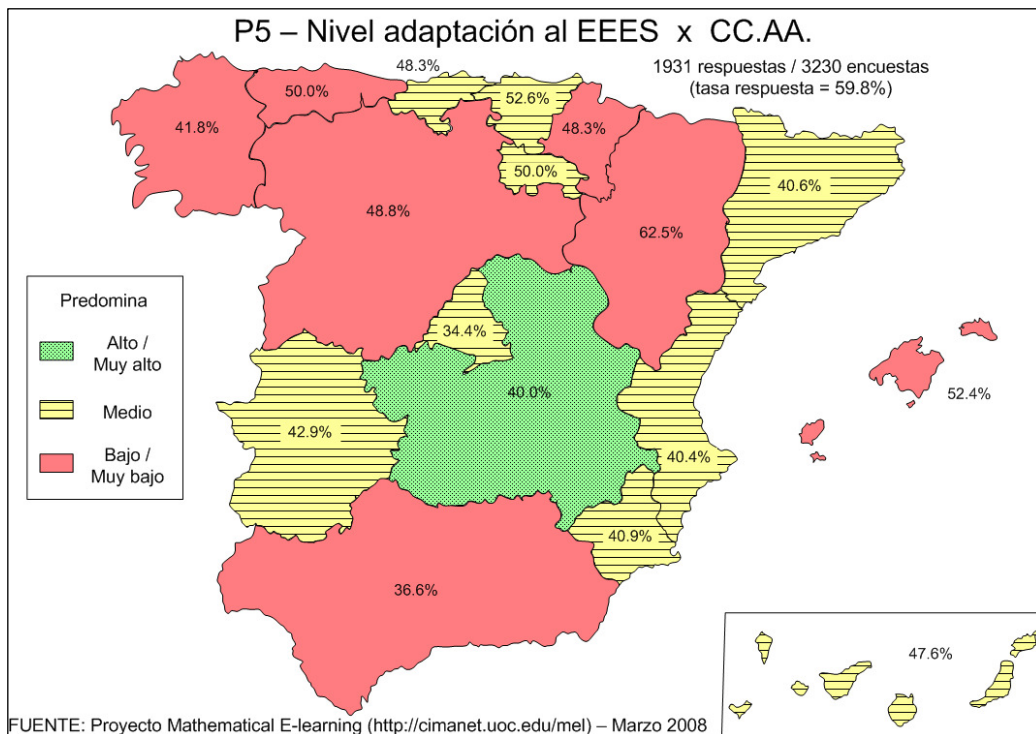


Figura 8.19: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 5

NIVEL DE INFORMACIÓN INSTITUCIONAL SOBRE EL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la sexta de las preguntas de la encuesta:

[P6] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?

Como se puede observar en la **Figura 8.20**, entre las respuestas predominó la opción “Medio”, que representaba un 39% de las mismas. Aproximadamente, un 27% de las respuestas se decantaron por la opción “Bajo / Muy bajo”, mientras que un 34% eligieron la opción “Alto / Muy alto”.

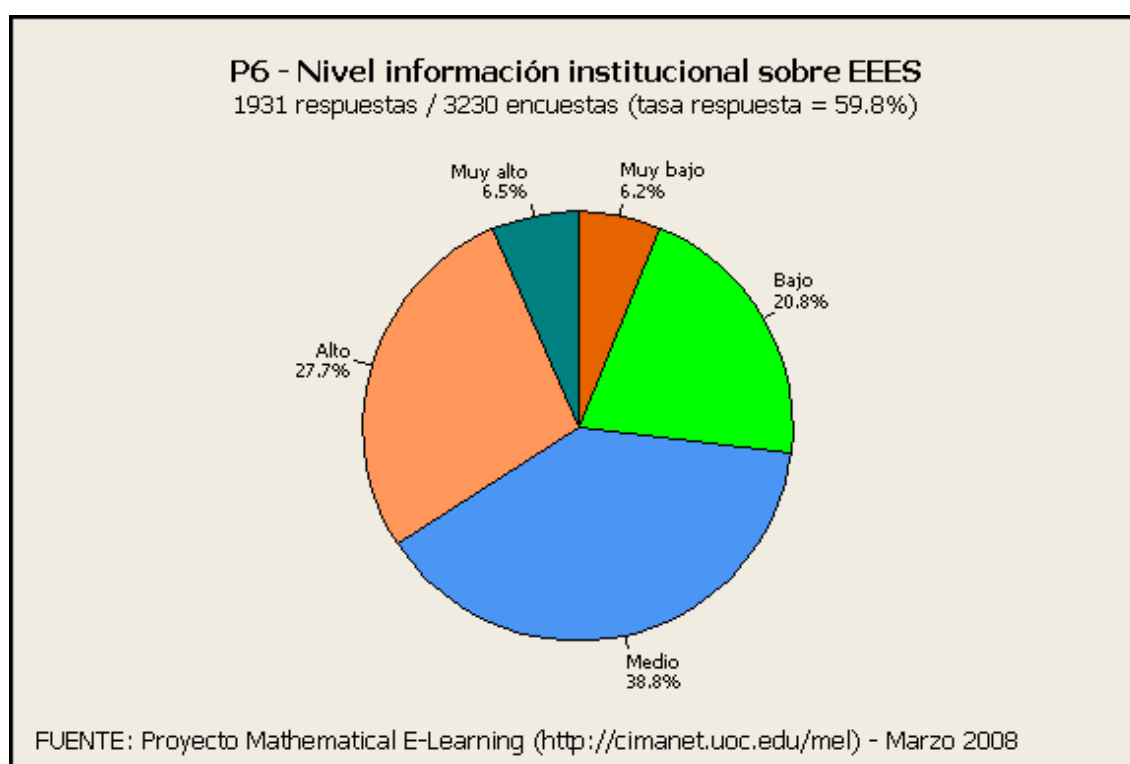


Figura 8.20: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 6 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.21 y 8.22**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” fue la opción predominante en Cantabria, La Rioja, Canarias, Cataluña, Baleares y Madrid. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” fue predominante en Aragón y Asturias. En el resto de CC.AA. predominó la opción “Medio”.

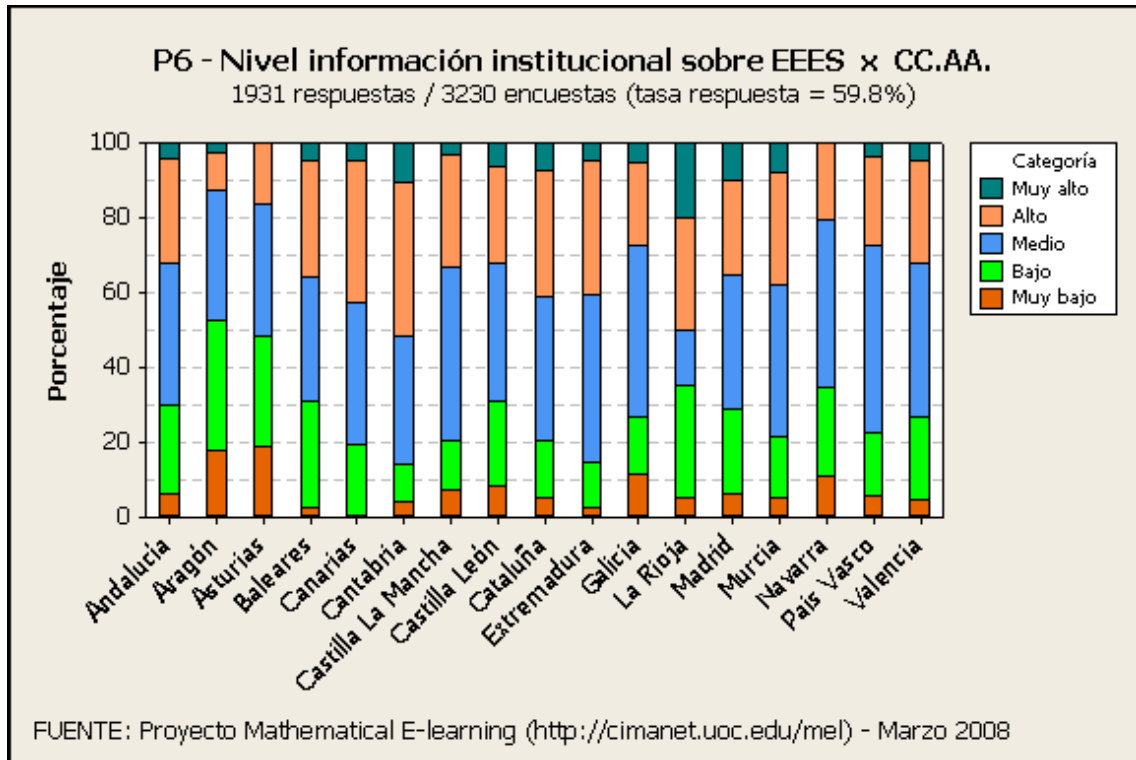


Figura 8.21: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 6

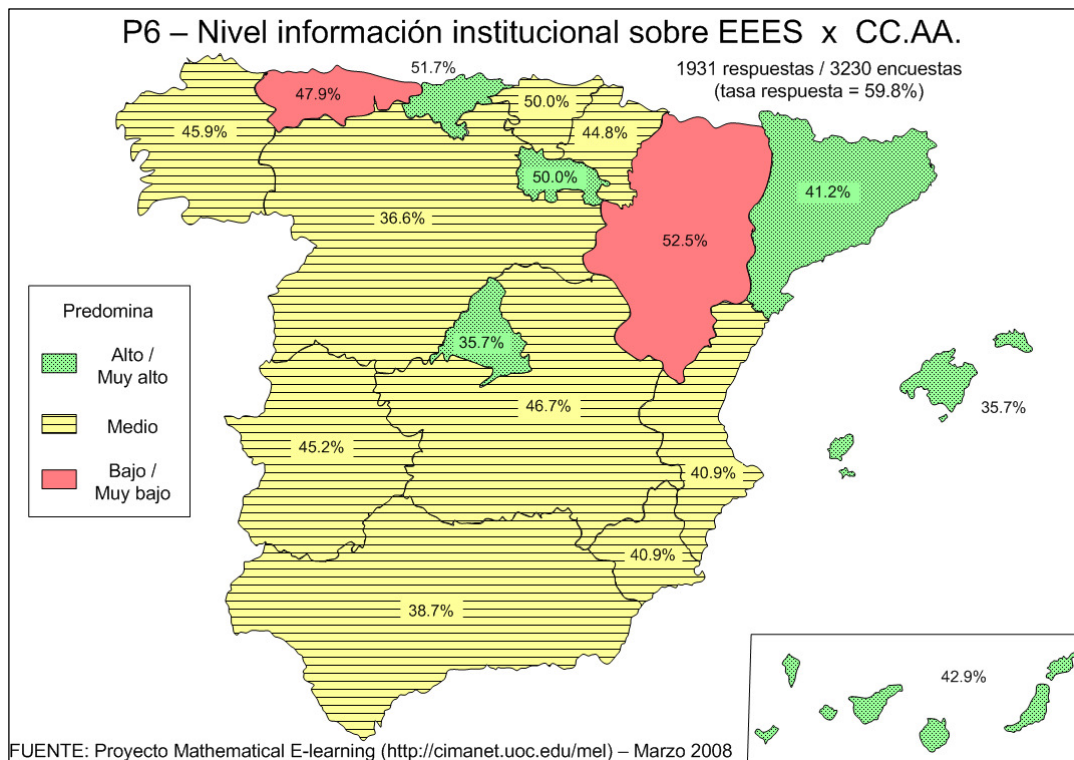


Figura 8.22: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 6

NIVEL DE CAMBIOS QUE IMPLICA EL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la séptima de las preguntas de la encuesta:

[P7] ¿Qué nivel de cambios ha implicado o implicará la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación).

Como se puede observar en la **Figura 8.23**, entre las respuestas predominó la opción “Alto / Muy alto”, que representaba un 60% de las mismas. Aproximadamente, un 12% de las respuestas se decantaron por la opción “Bajo / Muy bajo”, mientras que un 28% eligieron la opción “Medio”.

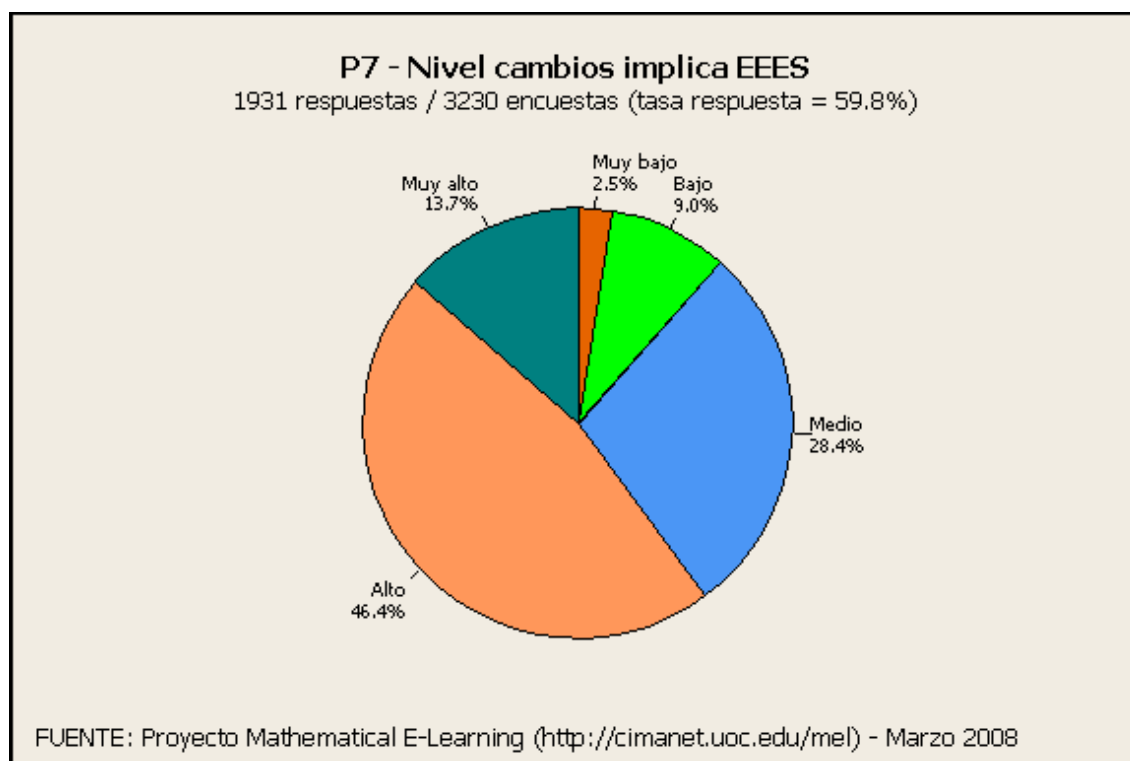


Figura 8.23: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 7 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.24 y 8.25**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” fue la opción predominante en todas ellas.

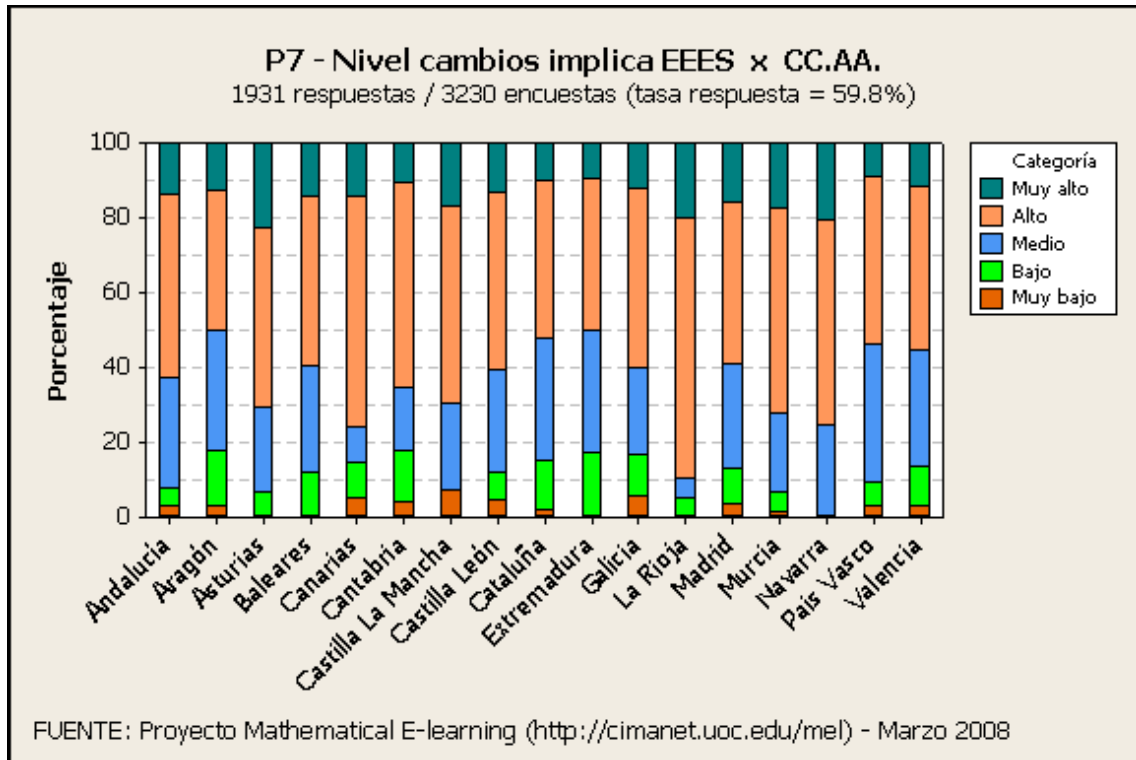


Figura 8.24: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 7

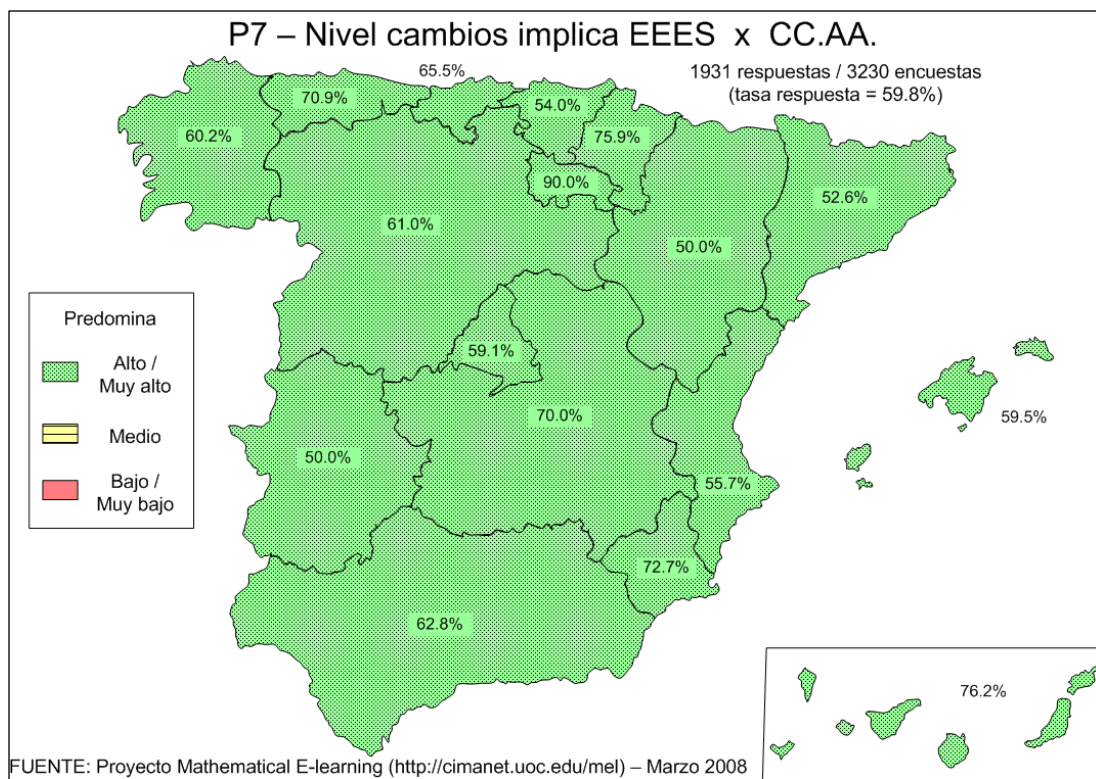


Figura 8.25: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 7

VALORACIÓN DEL USO DE SOFTWARE MATEMÁTICO-ESTADÍSTICO

En este apartado se analizan las respuestas a la octava de las preguntas de la encuesta:

[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico.

Como se puede observar en la **Figura 8.26**, entre las respuestas predominó la opción “Positivo / Muy positivo”, que representaba un 73% de las mismas. Aproximadamente, un 5% de las respuestas se decantaron por la opción “Negativo / Muy negativo”, mientras que un 22% eligieron la opción “Neutro”.

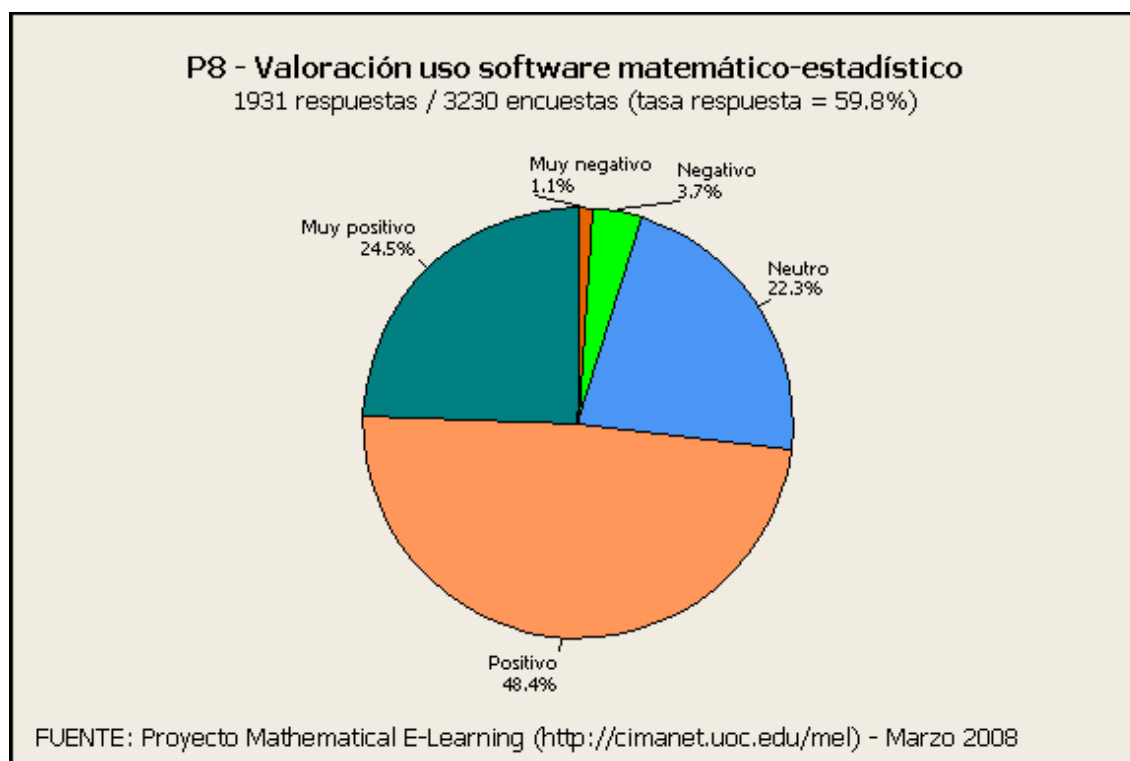


Figura 8.26: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 8 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.27 y 8.28**), se observa que la opción “Positivo / Muy positivo” fue la opción predominante en todas ellas.

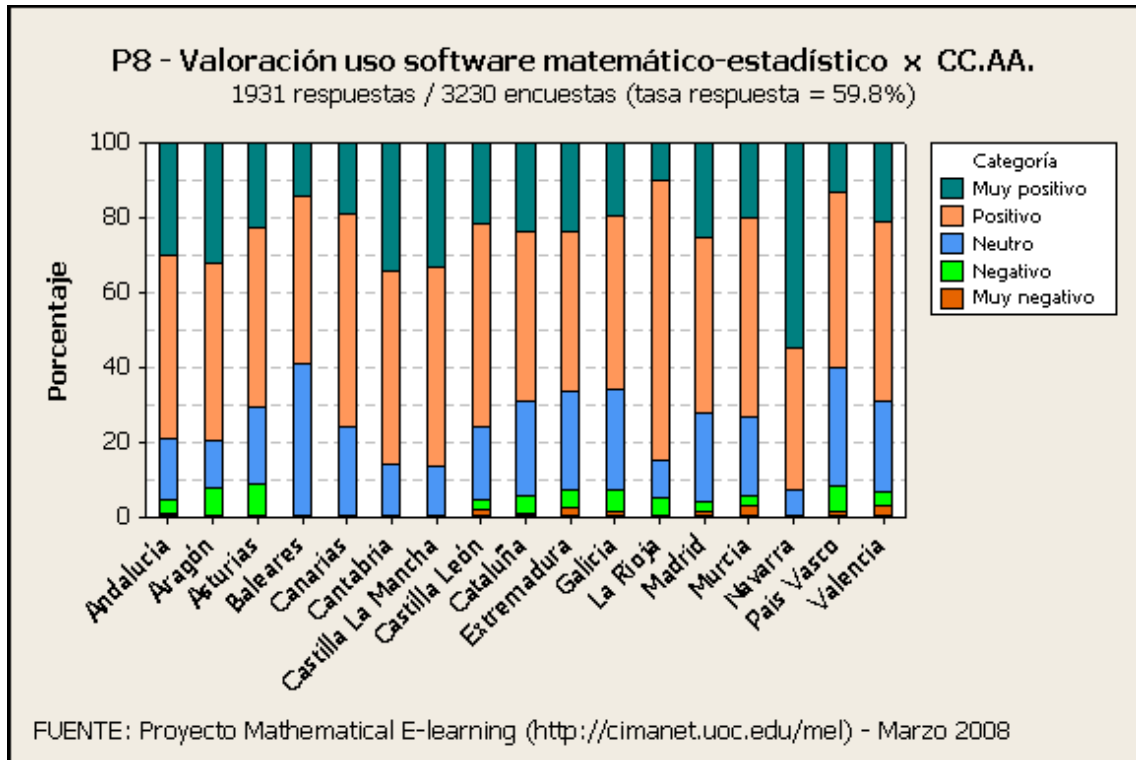


Figura 8.27: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 8

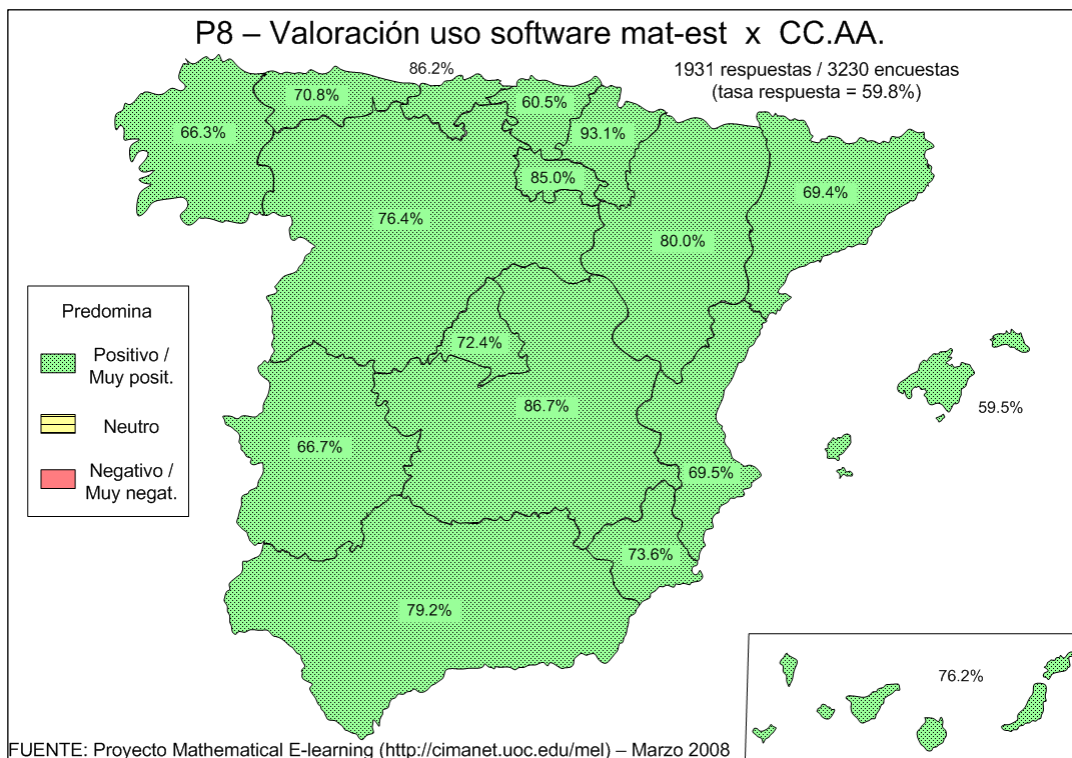


Figura 8.28: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 8

VALORACIÓN DEL USO DE ENTORNOS ONLINE E INTERNET

En este apartado se analizan las respuestas a la novena de las preguntas de la encuesta:

[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia.

Como se puede observar en la **Figura 8.29**, entre las respuestas predominó la opción “Positivo / Muy positivo”, que representaba un 74% de las mismas. Aproximadamente, un 5% de las respuestas se decantaron por la opción “Negativo / Muy negativo”, mientras que un 21% eligieron la opción “Neutro”.

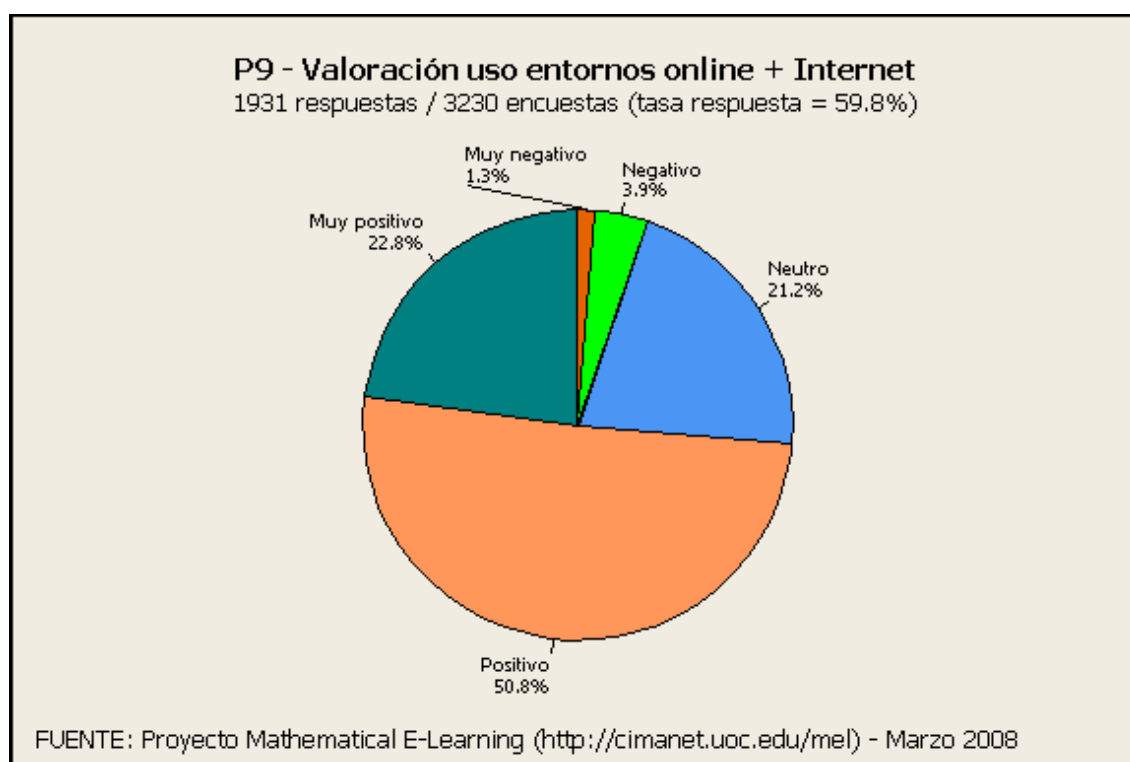


Figura 8.29: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 9 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.30 y 8.31**), se observa que la opción “Positivo / Muy positivo” fue la opción predominante en todas ellas.

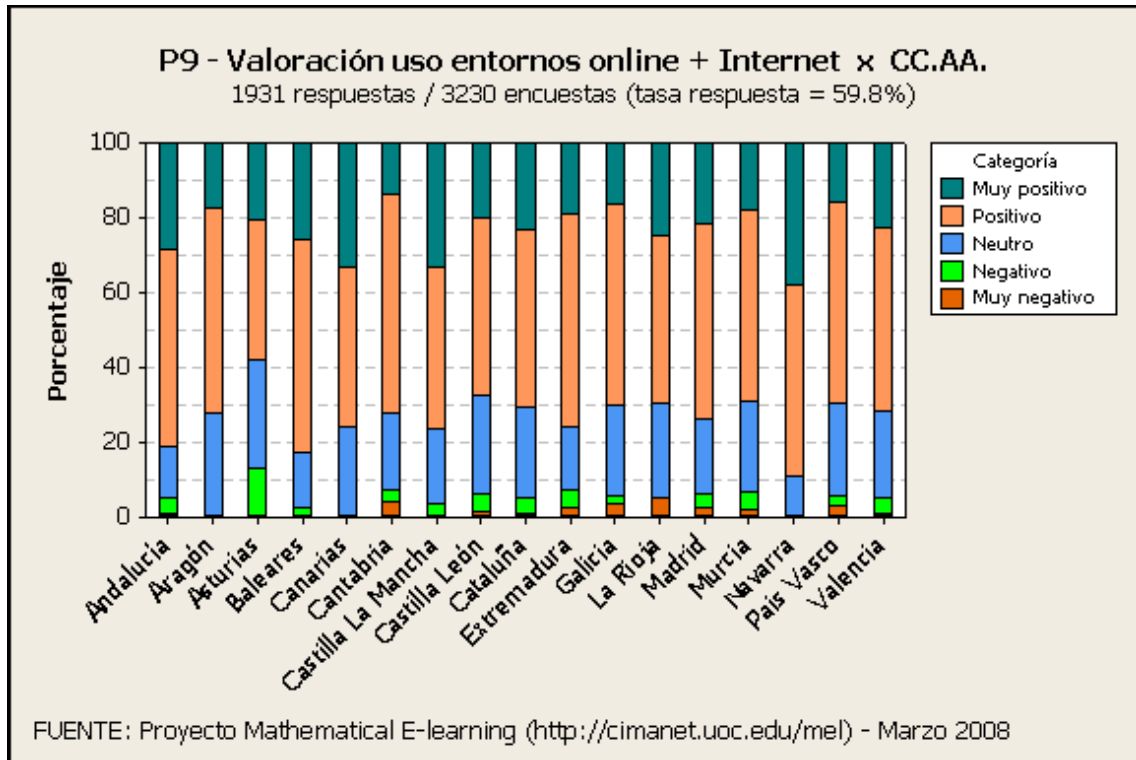


Figura 8.30: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 9

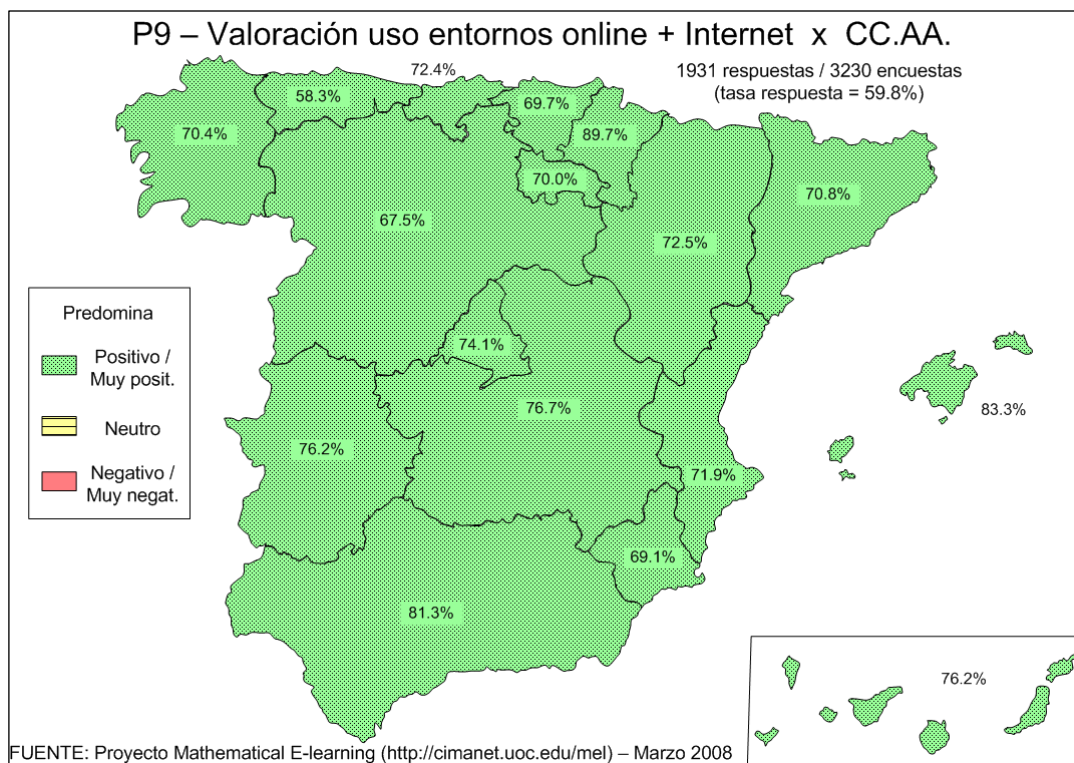


Figura 8.31: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 9

VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS MOTIVADOS POR EL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la décima de las preguntas de la encuesta:

[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior.

Como se puede observar en la **Figura 8.32**, entre las respuestas predominó la opción “Positivo / Muy positivo”, que representaba un 42% de las mismas. Aproximadamente, un 18% de las respuestas se decantaron por la opción “Negativo / Muy negativo”, mientras que un 40% eligieron la opción “Neutro”.

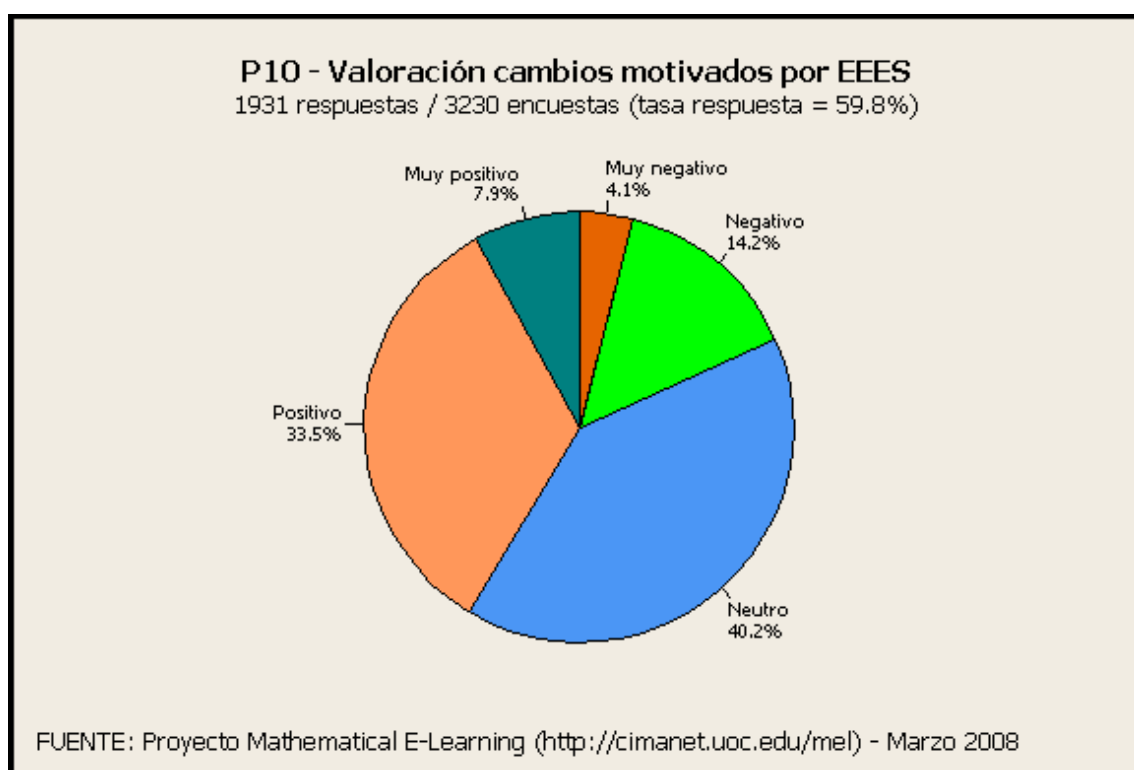


Figura 8.32: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 10 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.33 y 8.34**), se observa que la opción “Positivo / Muy positivo” fue la opción predominante en Castilla La Mancha, Canarias, Cantabria, Baleares, Navarra, Murcia, Andalucía, Galicia y Madrid. En ninguna CC.AA. predominó la opción “Negativo / Muy negativo”.

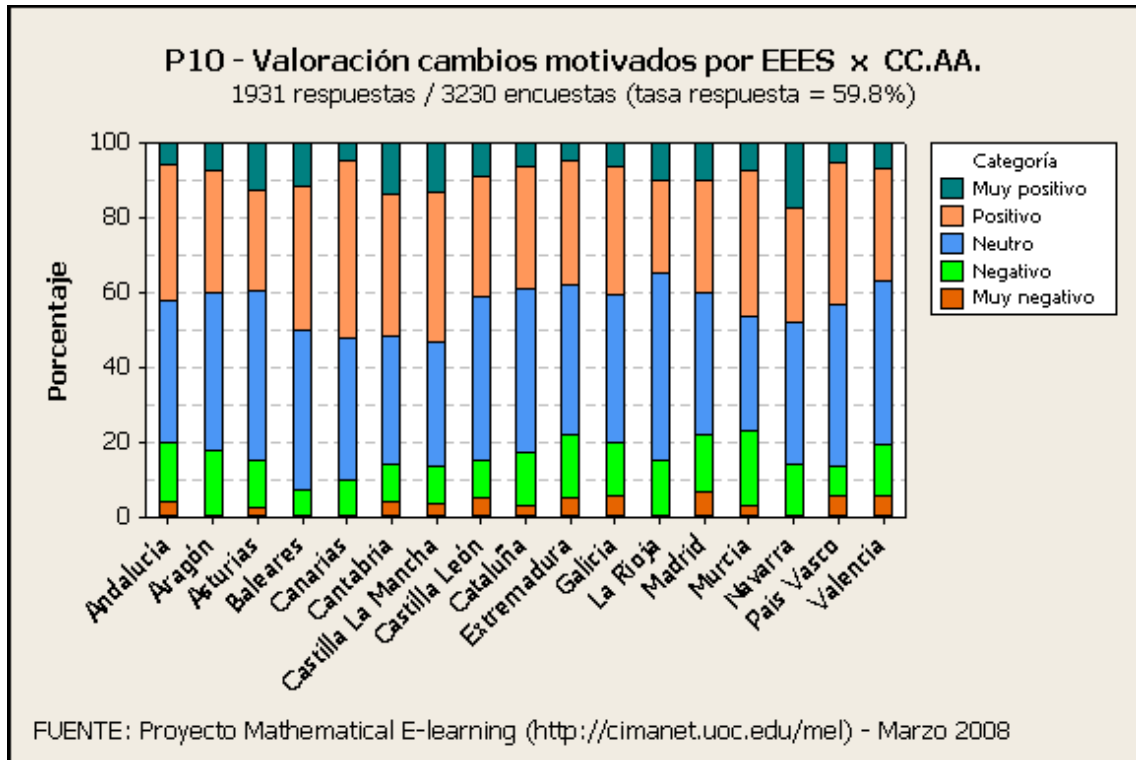


Figura 8.33: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 10

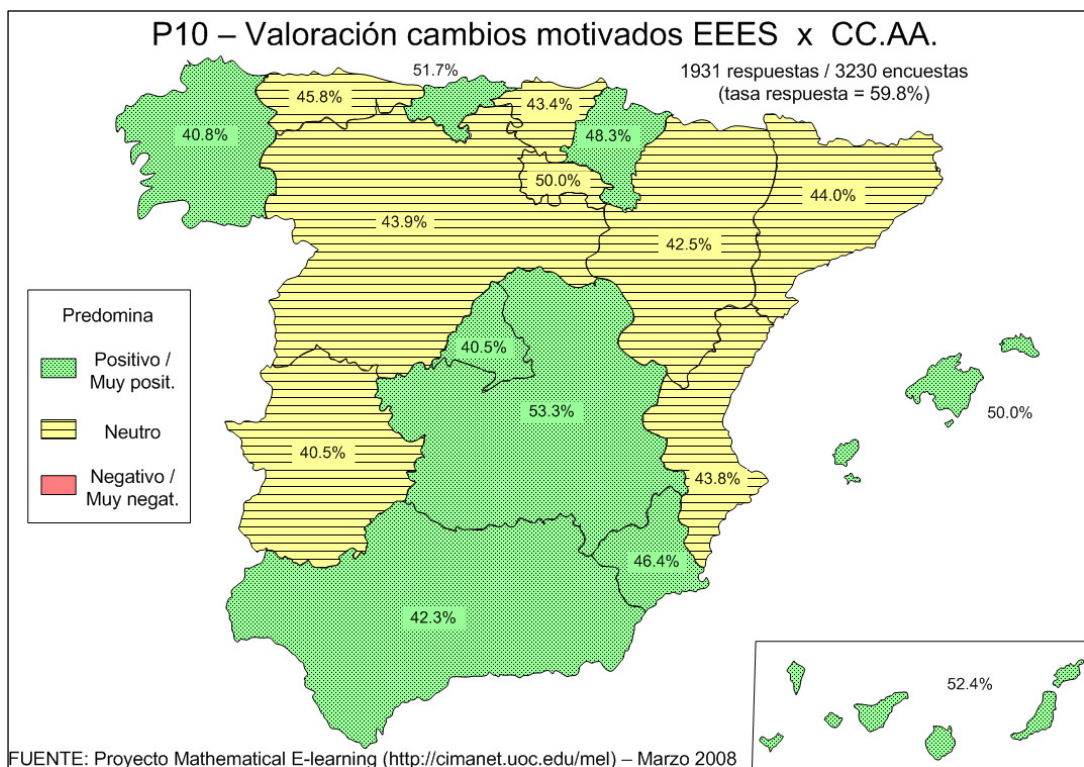


Figura 8.34: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 10

3. Resultados de la edición del 2011

Una vez obtenidas las 1931 respuestas sobre los 3230 profesores encuestados por e-mail en el año 2008, se pasó el mismo cuestionario a los mismos encuestados en el año 2011 (concretamente 36 meses después) y se procedió a su tratamiento y codificación para su posterior análisis. La fase de tratamiento y codificación se realizó con el uso combinado de la hoja de cálculo Excel y del programa estadístico Minitab. Las encuestas enviadas, en esta segunda edición, fueron 2594 y las respondidas ascendieron a 969, lo que representaba una tasa de respuesta del 37,36%

Igual que en la edición del año 2008, en la segunda edición, en la del 2011, en primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de las respuestas en su globalidad. Posteriormente, se llevó a cabo, para cada una de las preguntas clave del cuestionario, un análisis descriptivo por Comunidad Autónoma (CC.AA.), lo que nos permitió representar gráficamente la opinión mayoritaria de los profesores encuestados por CC.AA.

DATOS SOBRE LOS PARTICIPANTES EN LA ENCUESTA

Respecto a la procedencia de los 969 profesores que han contestado la encuesta en el año 2011 (**Figura 8.35**) se observa que hay representantes de las 17 CC.AA., siendo la más representada la Comunidad de Madrid (un 21% de los profesores que han contestado provienen de la misma), seguida por Cataluña (17%) y, en tercer lugar, Andalucía (16%). En general, se observa que estos porcentajes son bastante acordes con el porcentaje de profesores universitarios de cada CC.AA. sobre el total de profesores universitarios de España.

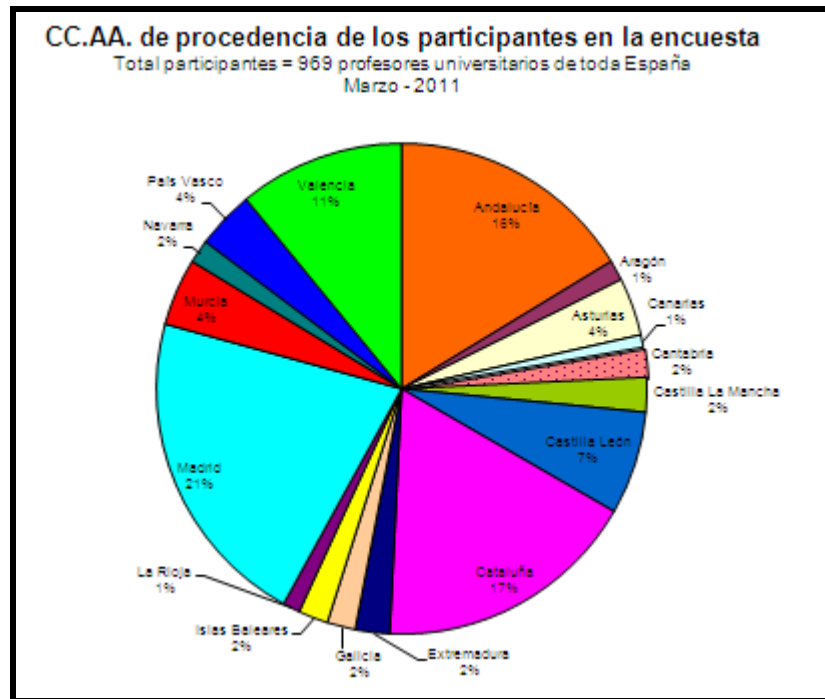


Figura 8.35: Gráfico circular en que cada sector representa la CC.AA. de procedencia de los participantes en la encuesta

Por su parte, la **Figura 8.36** muestra el porcentaje que representa cada uno de los distintos colectivos profesionales sobre el total de las 969 respuestas.



Figura 8.36: Gráfico circular en que se representa el colectivo profesional al que pertenecen los participantes en la encuesta

Si se tiene en cuenta la clasificación de colectivos profesionales, se observa que el 43% de las respuestas corresponden al colectivo conjunto formado por Titulares Universitarios (TU) y Catedráticos de Escuela Universitaria (CEU). Un 15% de las respuestas provienen de Catedráticos de Universidad (CU), un 12% de Titulares de Escuela Universitaria (TEU), un 9% de Contratados Doctores o Agregados, un 6% de Asociados, un 4% de de Ayudante Doctor o Lector, un 3% de Colaboradores, un 1% de Ayudante no Doctor y, finalmente, un 2% correspondería a Otros (Profesor ICREA, interino, Colaborador doctor, Ayudante (Doctor), Becario FPD, emérito, Titular de Universidad Interino, PDI, Asociado LRU Doctor Tiempo Completo, Becario, Investigador Ramón y Cajal o Titular de Universidad Interino).

Con relación a los años de experiencia docente universitaria (**Figura 8.37**), hay un 4% de participantes con menos de 6 años de experiencia docente universitaria, un 13% de participantes que tienen entre 6 y 11 años de experiencia, un 24% entre 12 y 18 años de experiencia y, finalmente, un 59% con más de 18 años.

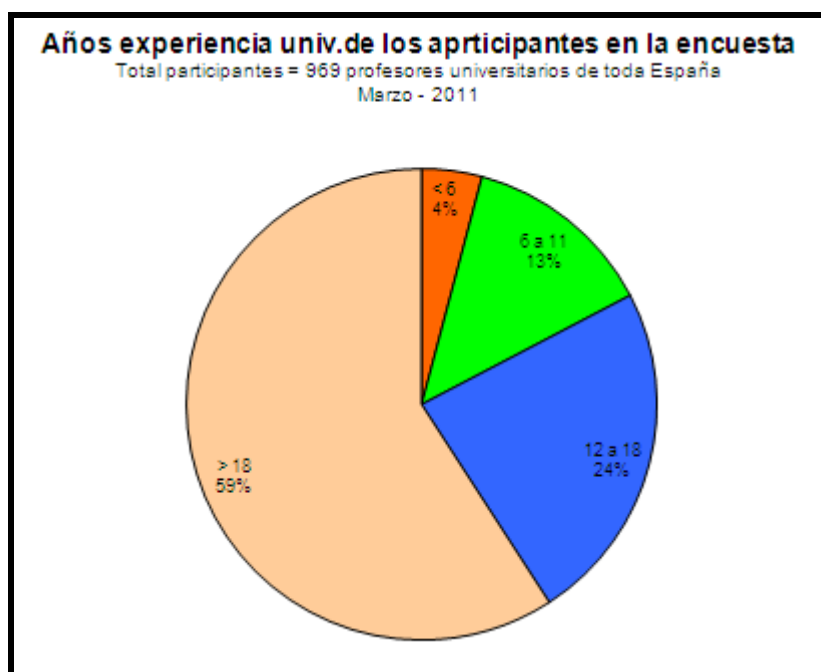


Figura 8.37: Gráfico circular en que cada sector representa años de experiencia universitaria de los participantes

USO ACTUAL DE SOFTWARE MATEMÁTICO-ESTADÍSTICO

En este apartado se analizan las respuestas a la primera de las preguntas de la encuesta:

[P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?

Como se puede observar en la **Figura 8.38**, entre las respuestas predomina la opción “Bajo / Muy bajo”, que representa un 33% de las mismas. Aproximadamente, un 30% de las respuestas se decantan por la opción “Medio”, mientras que un 37% han elegido la opción “Alto / Muy alto”.

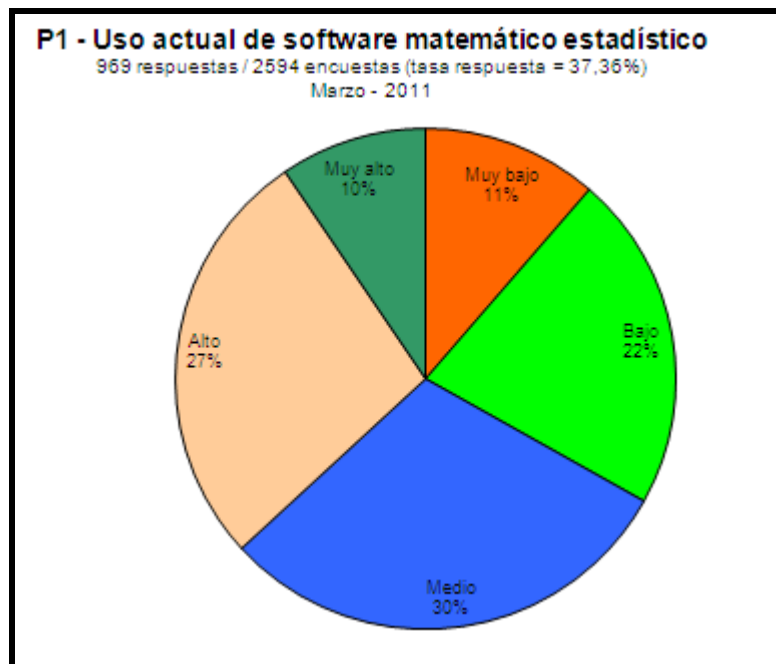


Figura 8.38: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 1 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.39 y 8.40**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” es la opción predominante en Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Cataluña, Extremadura, Galicia, Madrid y Navarra. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” es predominante en Canarias, Islas Baleares, Murcia, País Vasco y Valencia. En el resto de las CC.AA., la opción predominante es la “Medio”.

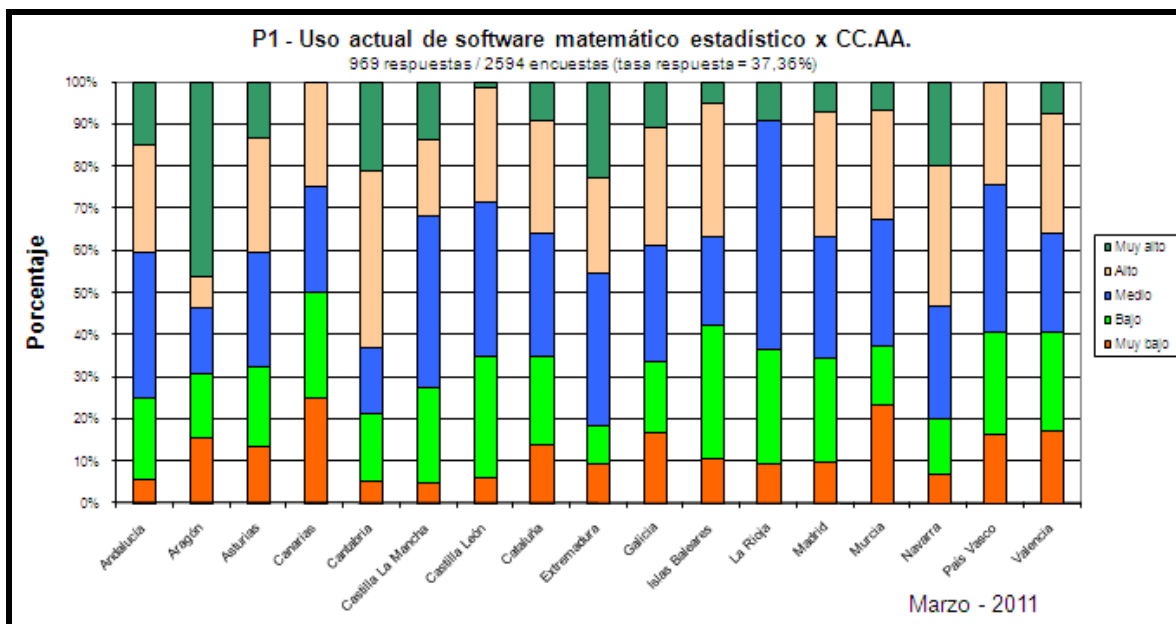


Figura 8.39: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta

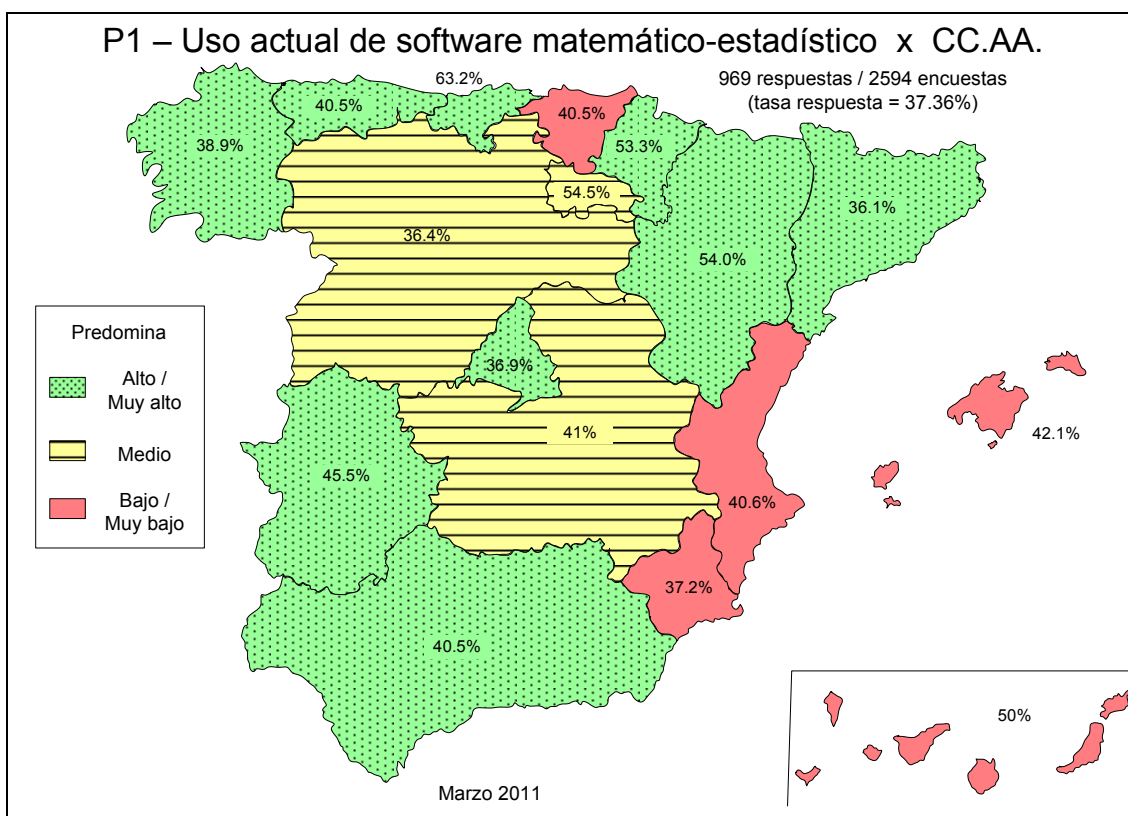


Figura 8.40: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 1

USO ACTUAL DE ENTORNOS ONLINE Y DE INTERNET

En este apartado se analizan las respuestas a la segunda de las preguntas de la encuesta:

[P2] ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?

Como se puede observar en la **Figura 8.41**, entre las respuestas predomina la opción “Bajo / Muy bajo”, que representa un 19% de las mismas. Aproximadamente, un 30% de las respuestas se decantan por la opción “Medio”, mientras que un 51% han elegido la opción “Alto / Muy alto”.

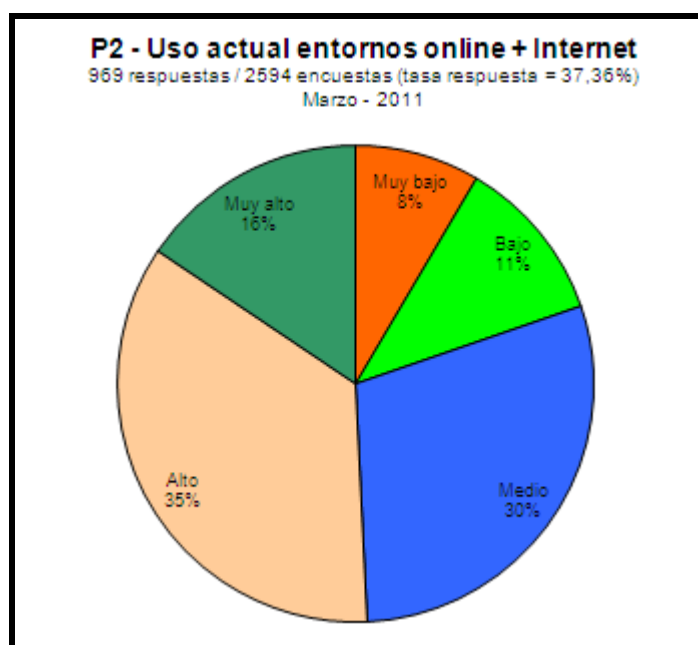


Figura 8.41: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 2 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.42 y 8.43**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” es la opción predominante en la mayoría de las CC.AA., entre las cuales destacan (en este orden): Andalucía, Aragón, Asturias, Canarias, Cantabria, Castilla La Mancha, Castilla León, Cataluña, Extremadura, Galicia (con igual porcentaje con la opción “Medio”), Islas Baleares, Madrid, Murcia, Navarra, País Vasco, Valencia. En La Rioja, sin embargo, predomina la opción “Medio”.

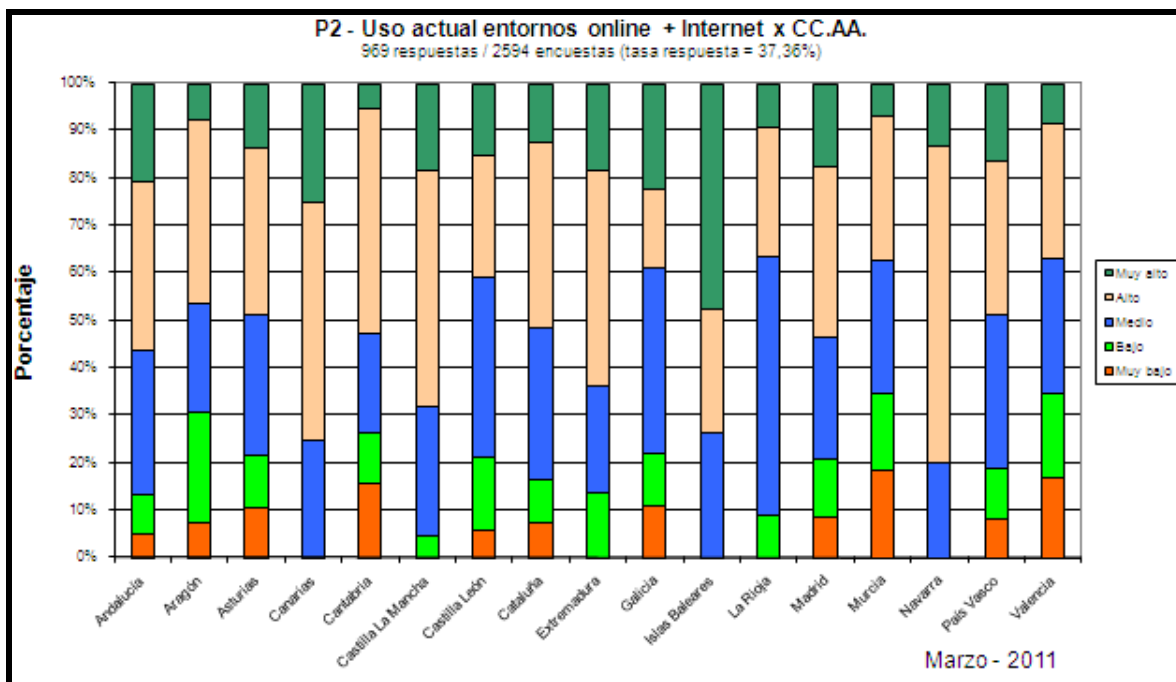


Figura 8.42: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 2

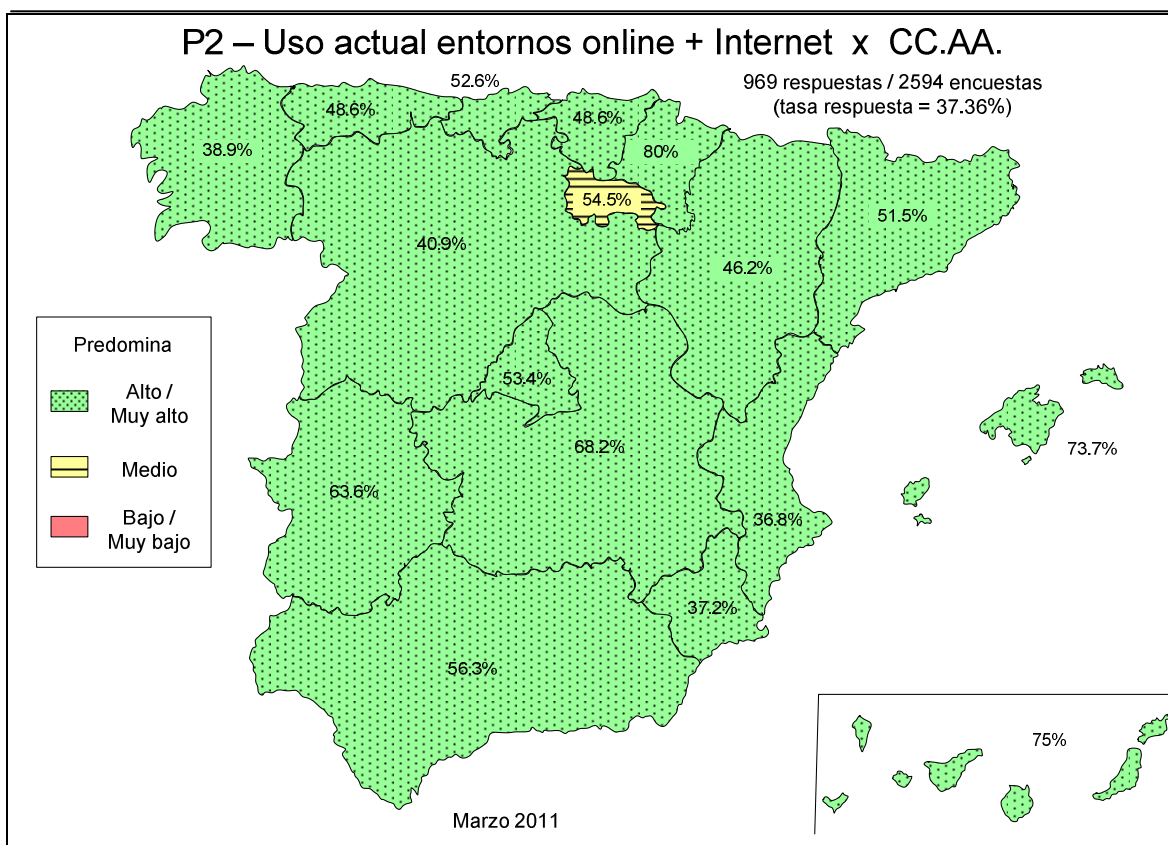


Figura 8.43: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 2

INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN

En este apartado se analizan las respuestas a la tercera de las preguntas de la encuesta:

[P3] ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)

Como se puede observar en la **Figura 8.44**, entre las respuestas predomina la opción “Bajo / Muy bajo”, que representa un 48% de las mismas. Aproximadamente, un 28% de las respuestas se decantan por la opción “Medio”, mientras que un 24% han elegido la opción “Alto / Muy alto”.

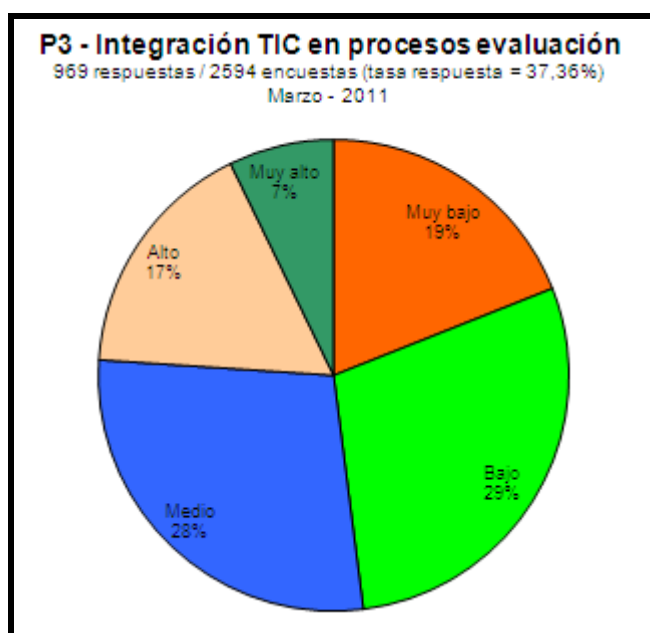


Figura 8.44: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 3 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.45 y 8.46**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” es la opción predominante en Cantabria. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” es predominante en la mayoría de las CC.AA., a excepción de la ya mencionada Cantabria.

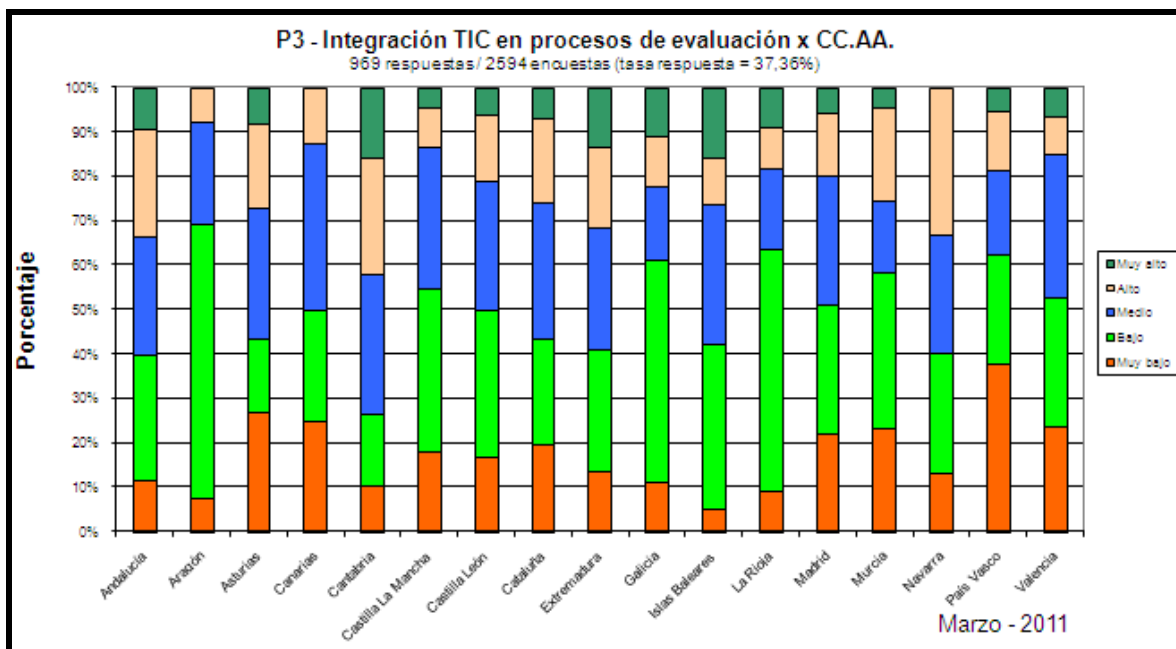


Figura 8.45: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 3

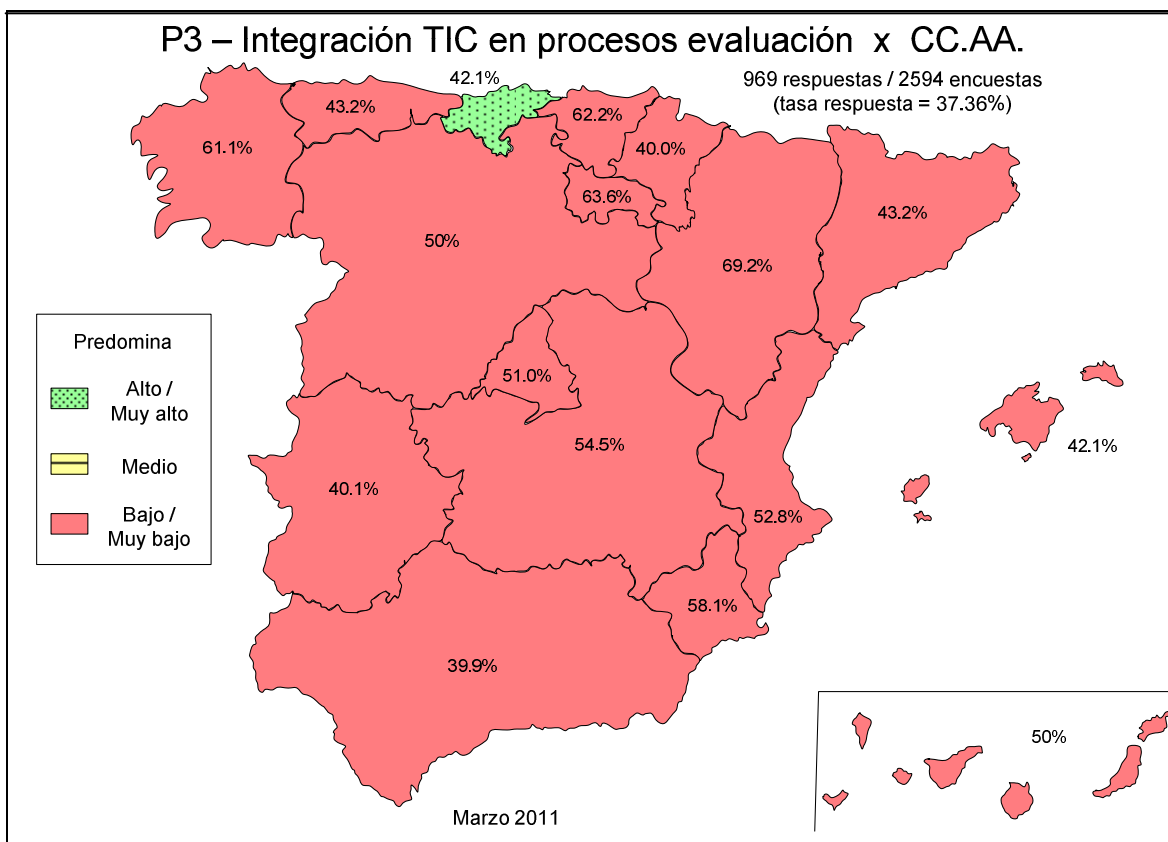


Figura 8.46: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 3

USO DE MATERIAL O RECURSOS EN INGLÉS

En este apartado se analizan las respuestas a la cuarta de las preguntas de la encuesta:

[P4] ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?

Como se puede observar en la **Figura 8.47**, entre las respuestas predomina la opción “Bajo / Muy bajo”, que representa un 65% de las mismas. Aproximadamente, un 20% de las respuestas se decantan por la opción “Medio”, mientras que un 15% han elegido la opción “Alto / Muy alto”.

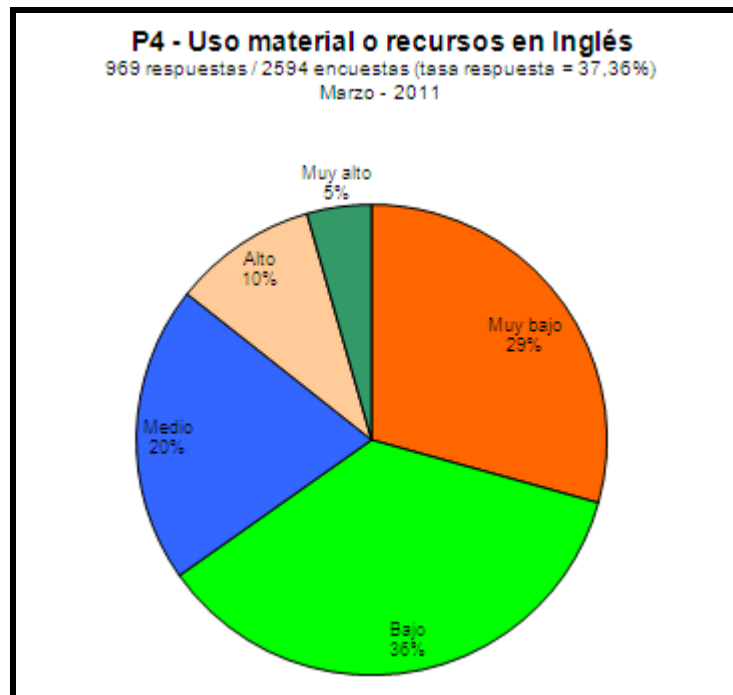


Figura 8.47: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 4 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.48 y 8.49**), se observa que no hay ninguna CC.AA. en la que predomine la opción “Alto / Muy alto”. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” es predominante en todas las CC.AA.

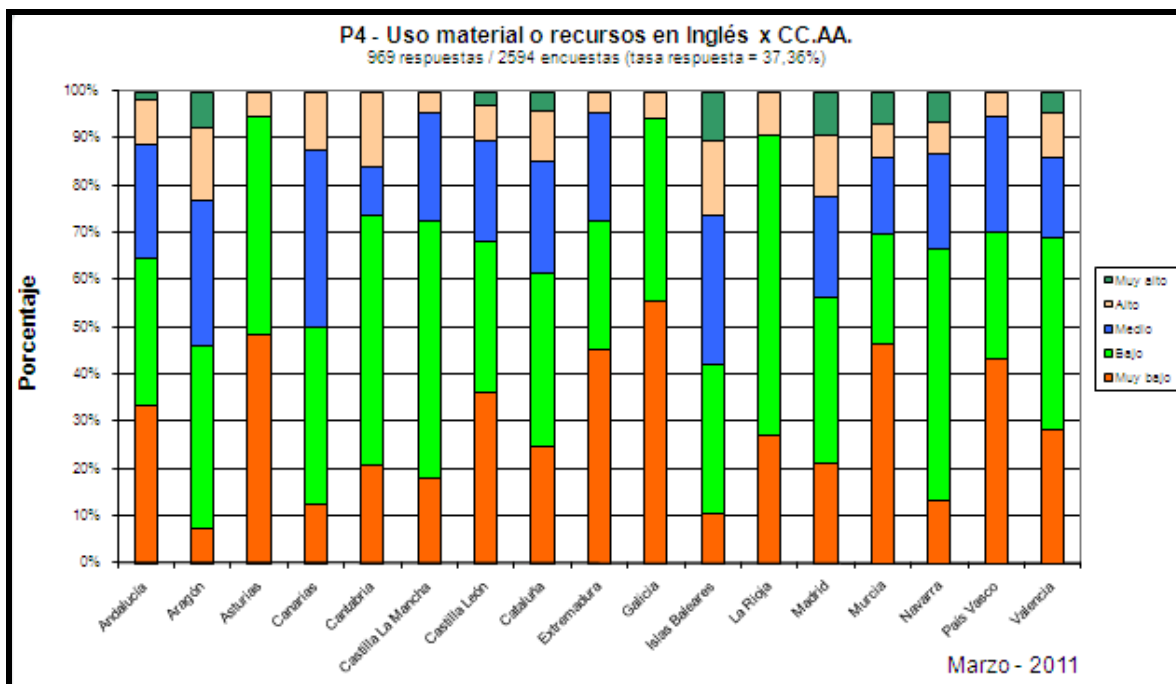


Figura 8.48: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 4

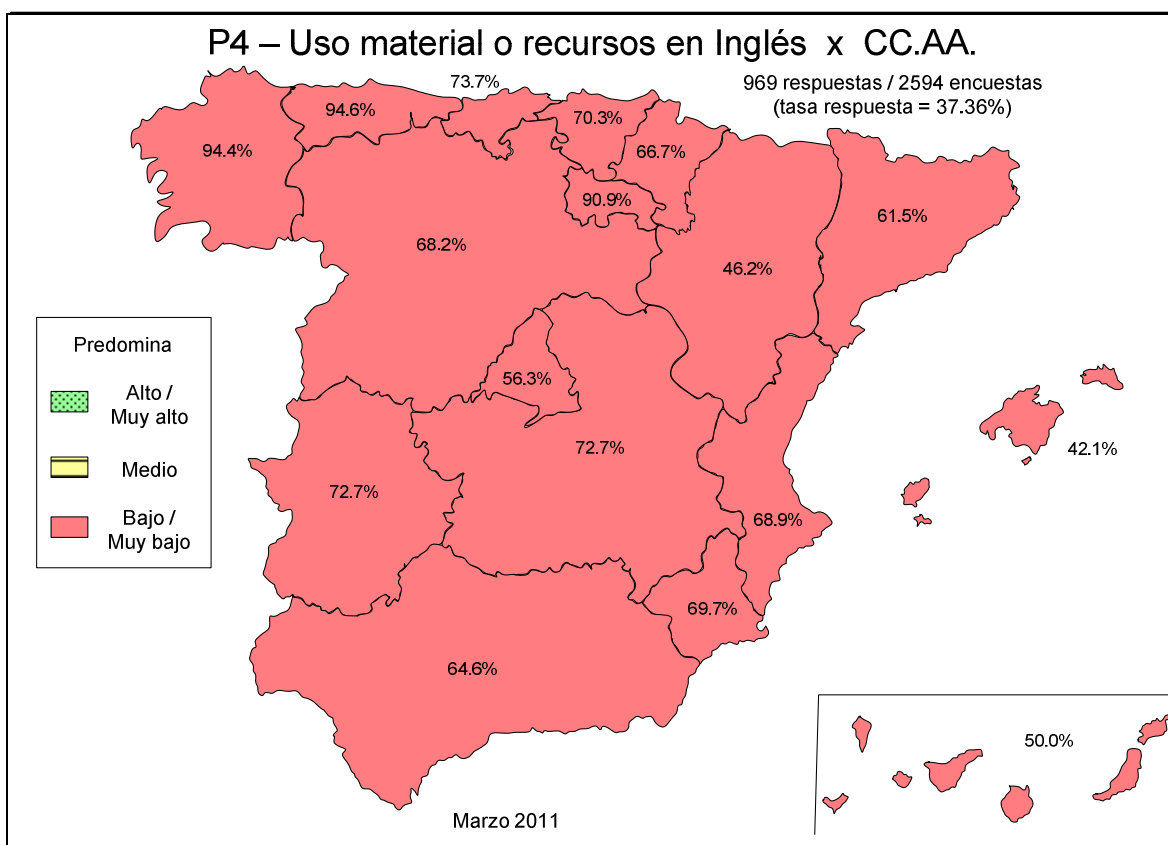


Figura 8.49: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 4

NIVEL DE ADAPTACIÓN AL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la quinta de las preguntas de la encuesta:

[P5] ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la próxima adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?

Como se puede observar en la **Figura 8.50**, entre las respuestas predomina la opción “Alto / Muy alto”, que representa un 51% de las mismas. Aproximadamente, un 34% de las respuestas se decantan por la opción “Medio”, mientras que un 15% han elegido la opción “Bajo / Muy bajo”.

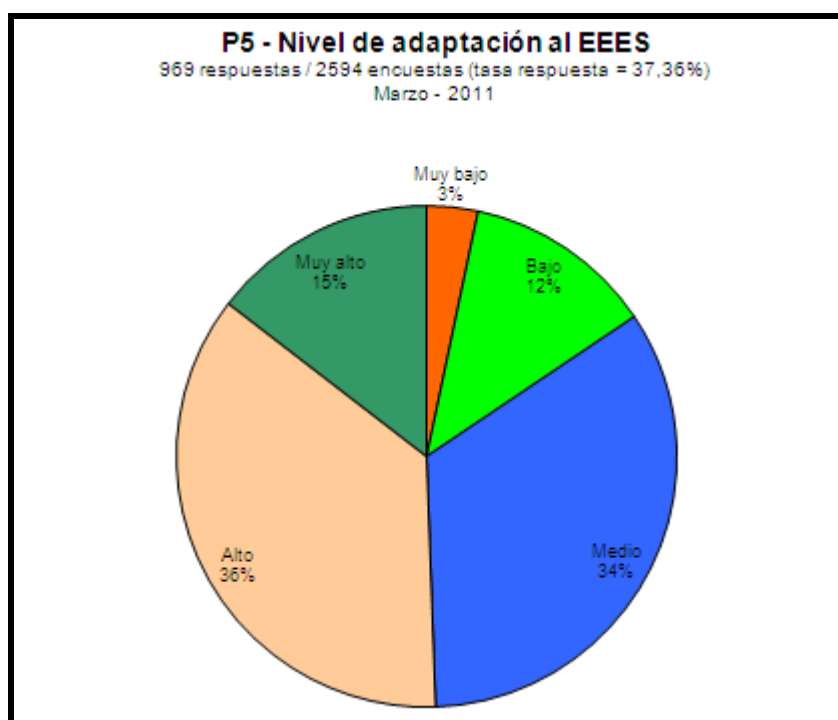


Figura 8.50: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 5 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.51 y 8.52**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” es la opción predominante en muchas CC.AA.: Andalucía, Canarias (con igual porcentaje con la opción “Medio”), Cantabria, Castilla La Mancha, Castilla León, Cataluña, Extremadura, Galicia (con igual porcentaje con la opción “Medio”), Islas Baleares, La Rioja, Madrid, Murcia, País Vasco, Valencia. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” no es predominante en ninguna C.A. Finalmente, la opción “Medio” es predominante en CC.AA. como Aragón, Asturias y Navarra.

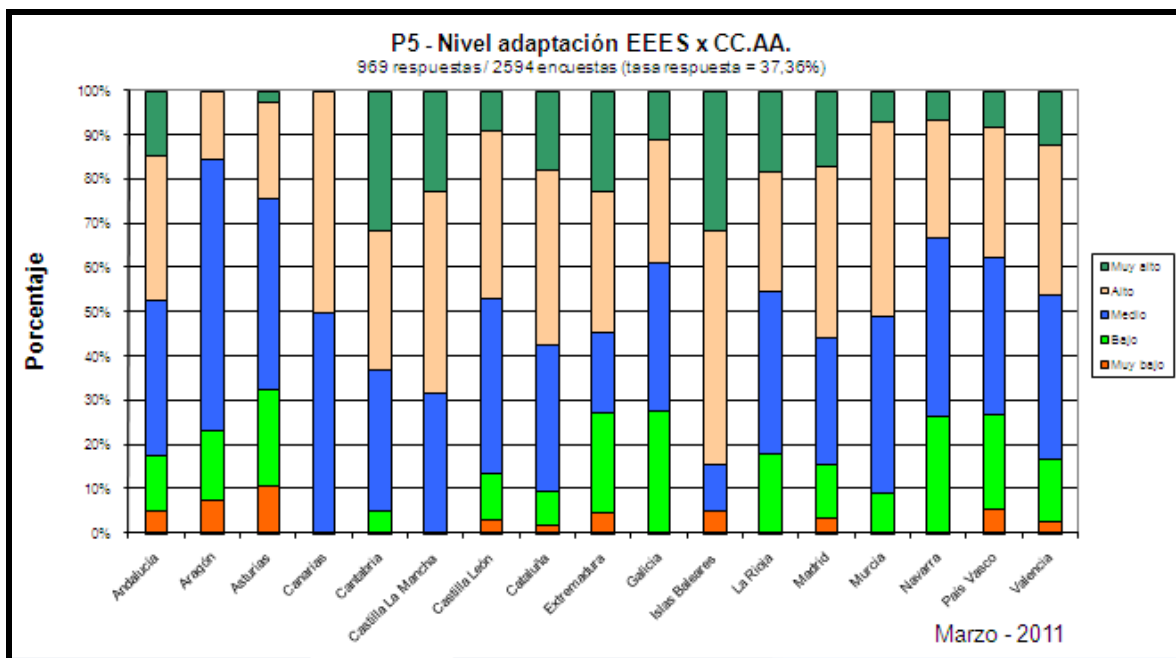


Figura 8.51: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 5

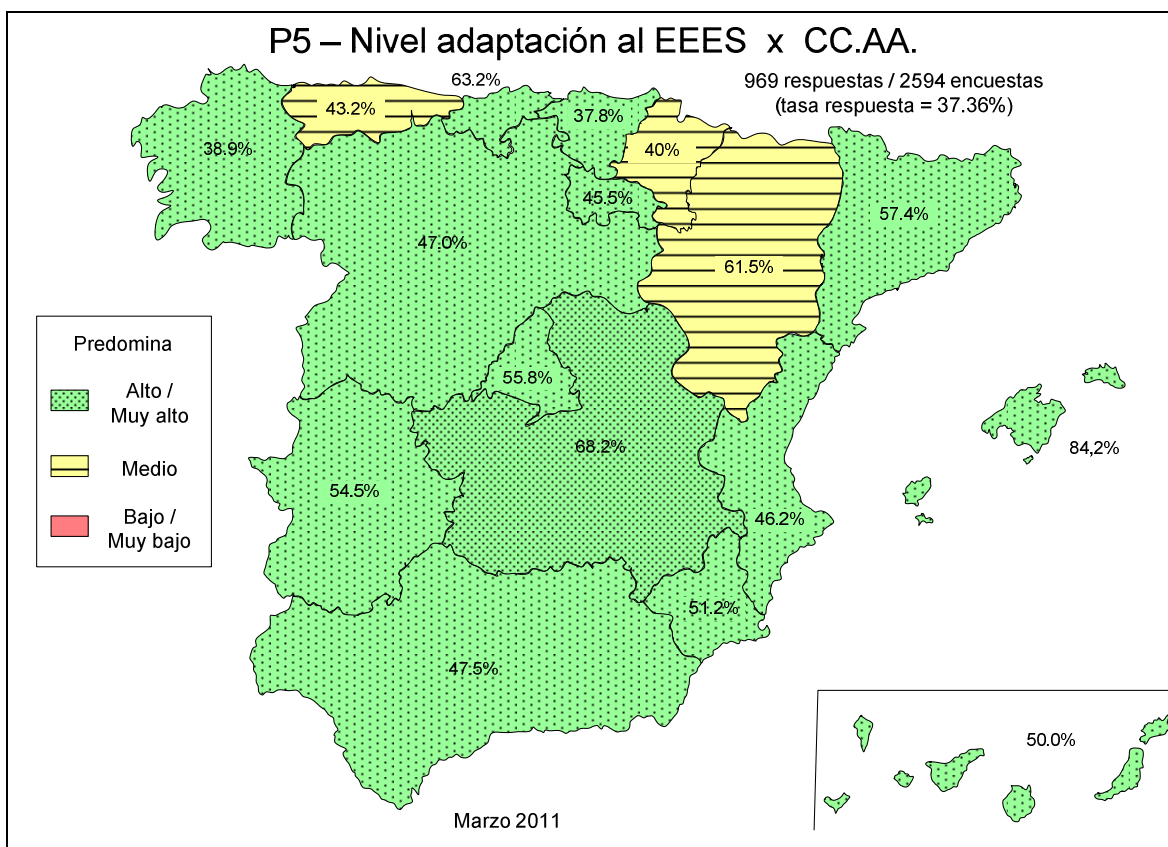


Figura 8.52: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 5

NIVEL DE INFORMACIÓN INSTITUCIONAL SOBRE EL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la sexta de las preguntas de la encuesta:

[P6] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?

Como se puede observar en la **Figura 8.53**, entre las respuestas predomina la opción “Alto / Muy alto”, que representa un 46% de las mismas. Aproximadamente, un 31% de las respuestas se decantan por la opción “Medio”, mientras que un 23% han elegido la opción “Bajo / Muy bajo”.

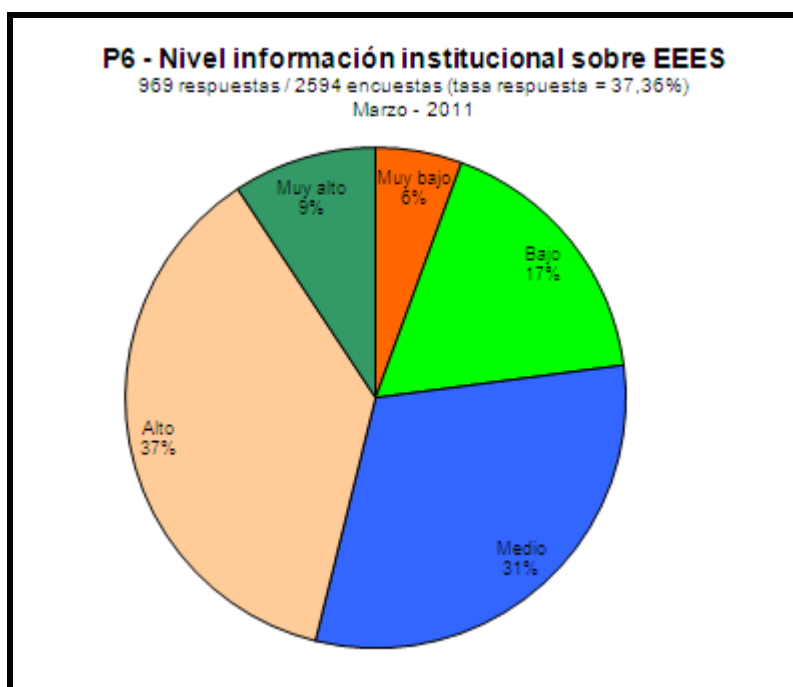


Figura 8.53: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 6 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.54 y 8.55**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” es la opción predominante en Andalucía, Asturias, Canarias (con porcentaje igual en la opción “Medio”), Cantabria, Castilla León, Castilla La Mancha, Cataluña, Islas Baleares, La Rioja, Madrid, Murcia y Valencia. Por el contrario, la opción “Bajo / Muy bajo” es predominante en Aragón (con porcentaje igual en la opción “Medio”), Extremadura y Galicia (con porcentaje igual en la opción “Medio”). En el resto de CC.AA. predomina la opción “Medio”.

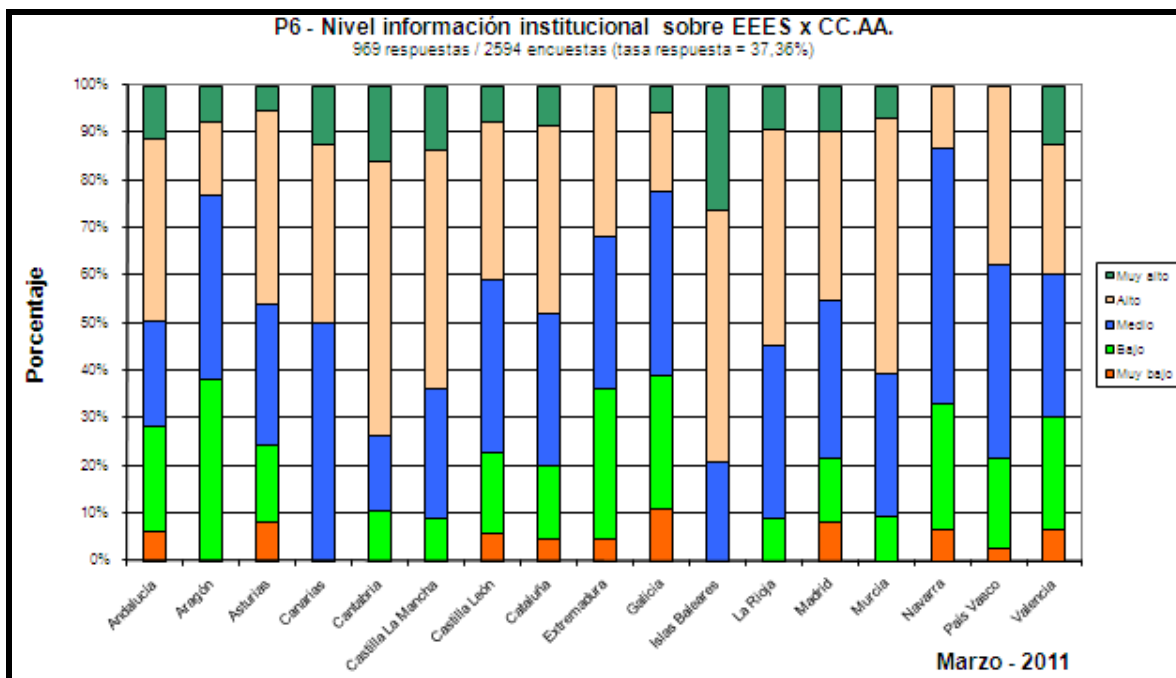


Figura 8.54: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 6

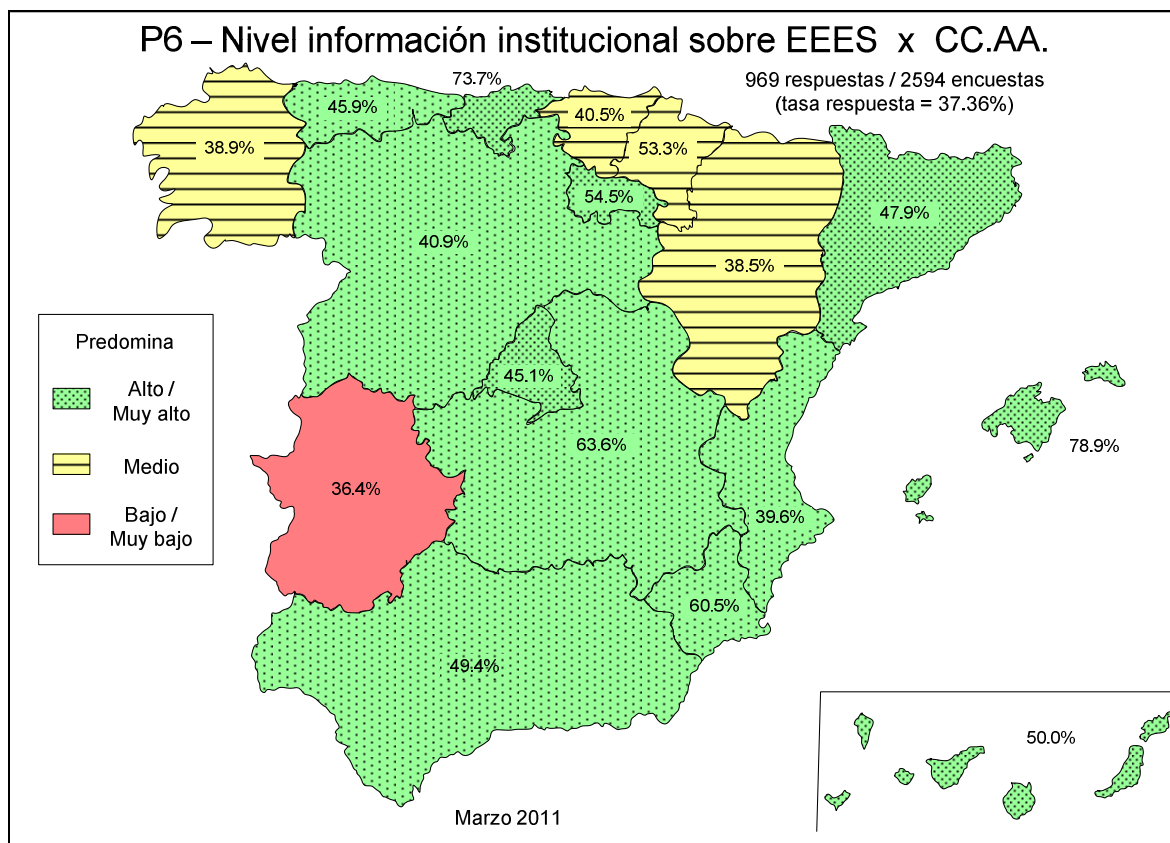


Figura 8.55: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 6

NIVEL DE CAMBIOS QUE IMPLICA EL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la séptima de las preguntas de la encuesta:

[P7] ¿Qué nivel de cambios ha implicado o implicará la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación).

Como se puede observar en la **Figura 8.56**, entre las respuestas predomina la opción “Alto / Muy alto”, que representa un 52% de las mismas. Aproximadamente, un 15% de las respuestas se decantan por la opción “Bajo / Muy bajo”, mientras que un 33% han elegido la opción “Medio”.

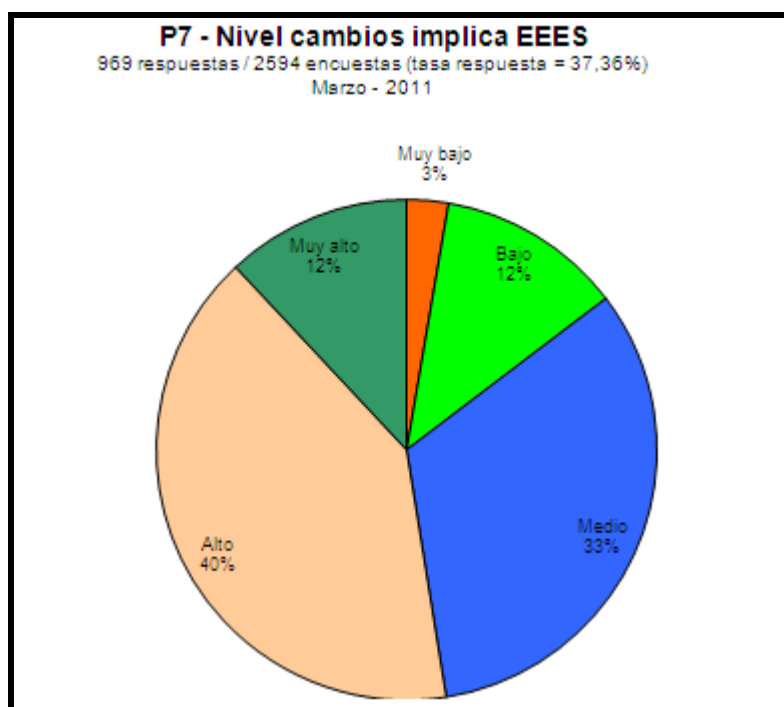


Figura 8.56: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 7 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.57 y 8.58**), se observa que la opción “Alto / Muy alto” es la opción predominante en todas ellas., salvo Extremadura y Murcia, cuyas opciones predominantes son “Muy negativo / Negativo” y “Neutro”, respectivamente.

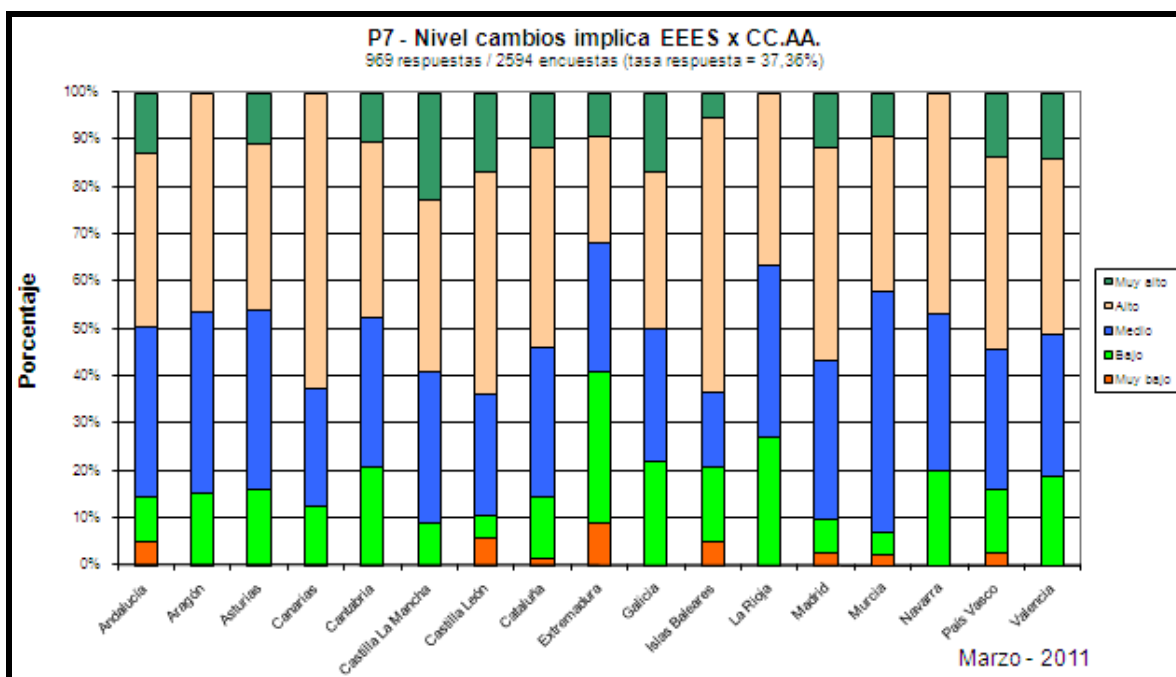


Figura 8.57: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 7

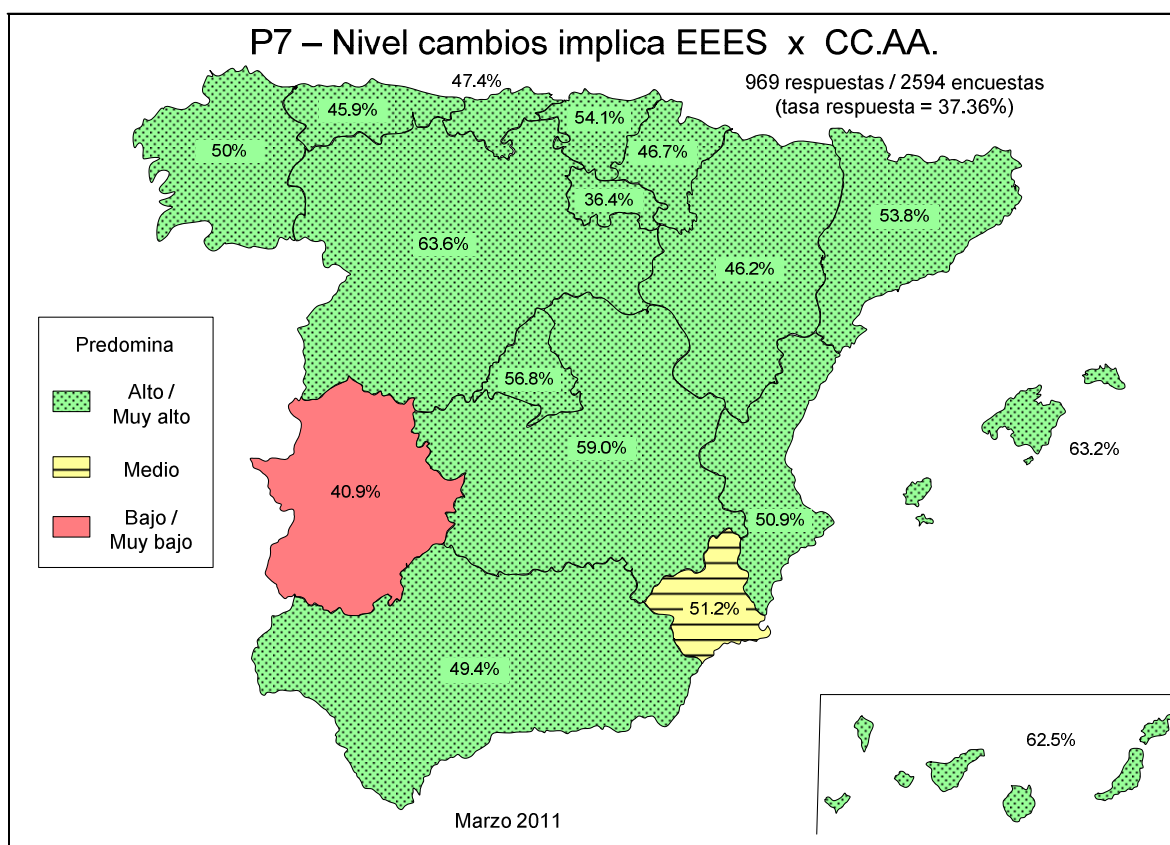


Figura 8.58: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 7

VALORACIÓN DEL USO DE SOFTWARE MATEMÁTICO-ESTADÍSTICO

En este apartado se analizan las respuestas a la octava de las preguntas de la encuesta:

[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico.

Como se puede observar en la **Figura 8.59**, entre las respuestas predomina la opción “Positivo / Muy positivo”, que representa un 73% de las mismas. Aproximadamente, un 5% de las respuestas se decantan por la opción “Negativo / Muy negativo”, mientras que un 22% han elegido la opción “Neutro”.

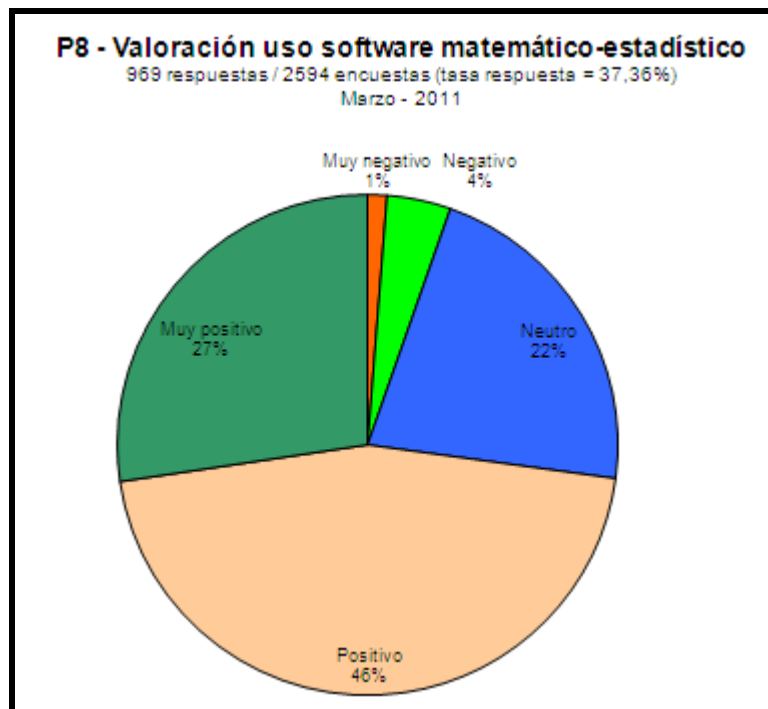


Figura 8.59: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 8 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.60 y 8.61**), se observa que la opción “Positivo / Muy positivo” es la opción predominante en todas ellas.

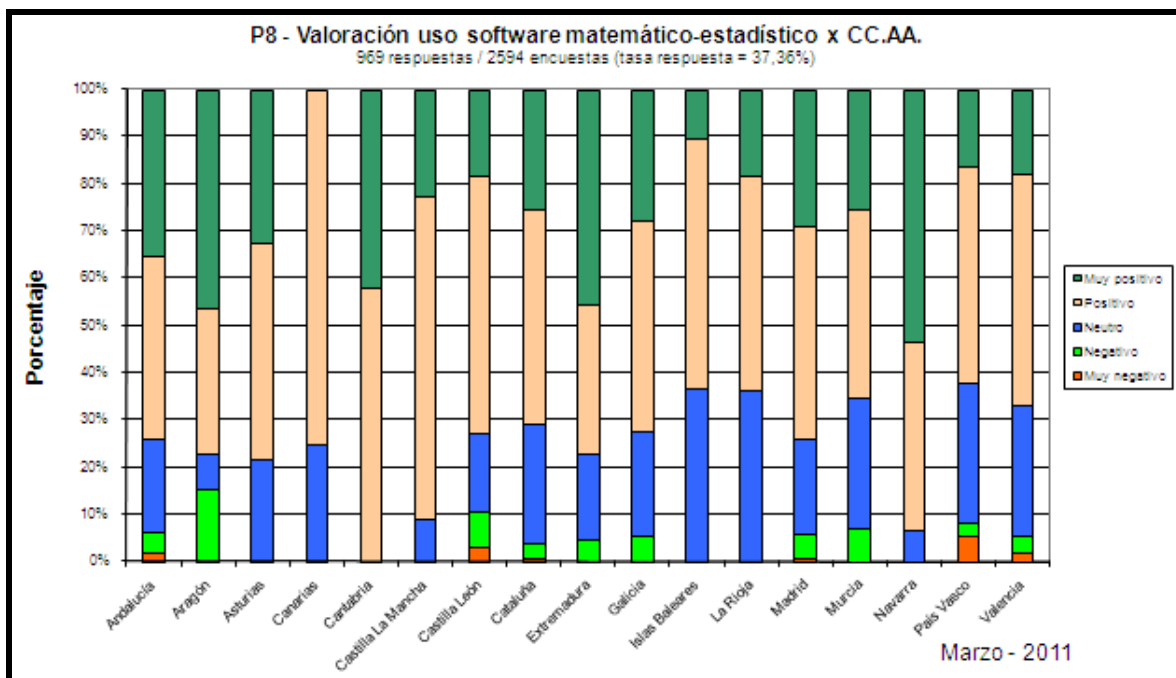


Figura 8.60: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 8

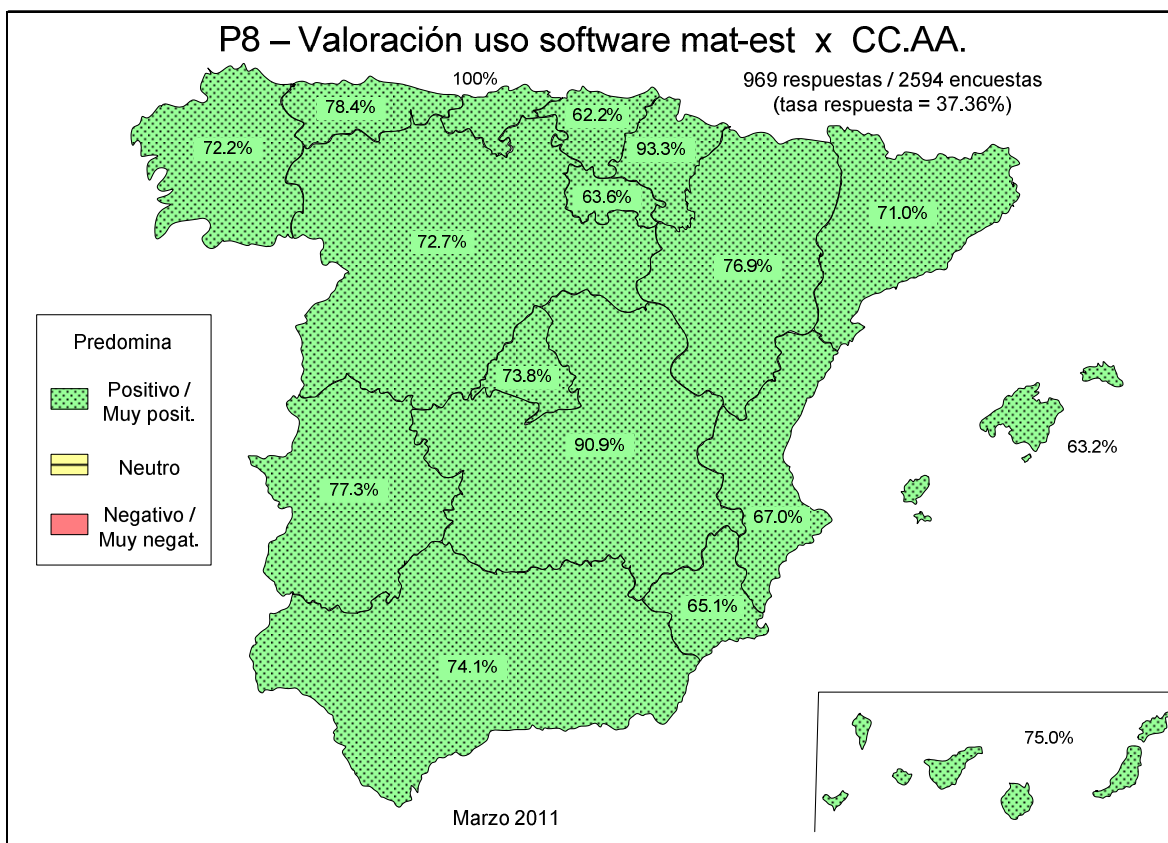


Figura 8.61: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 8

VALORACIÓN DEL USO DE ENTORNOS ONLINE E INTERNET

En este apartado se analizan las respuestas a la novena de las preguntas de la encuesta:

[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia.

Como se puede observar en la **Figura 8.62**, entre las respuestas predomina la opción “Positivo / Muy positivo”, que representa un 78% de las mismas. Aproximadamente, un 4% de las respuestas se decantan por la opción “Negativo / Muy negativo”, mientras que un 18% han elegido la opción “Neutro”.

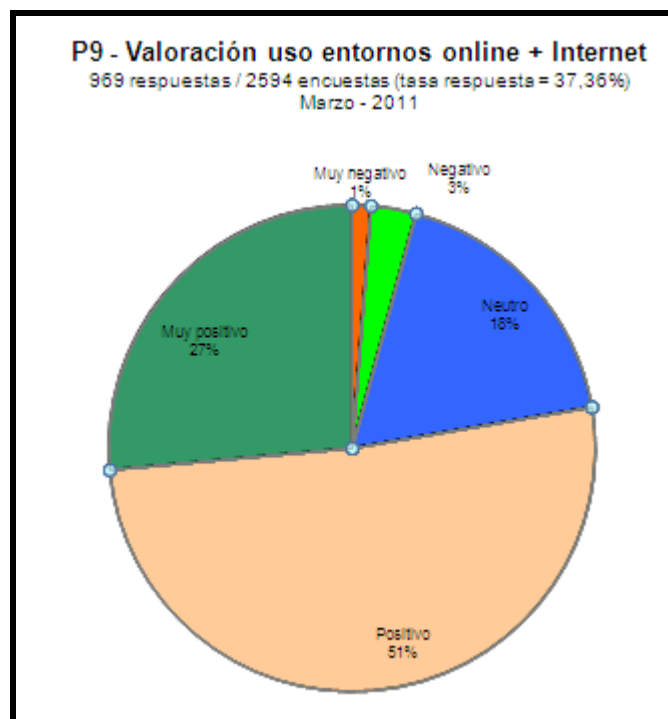


Figura 8.62: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 9 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.63 y 8.64**), se observa que la opción “Positivo / Muy positivo” es la opción predominante en todas ellas.

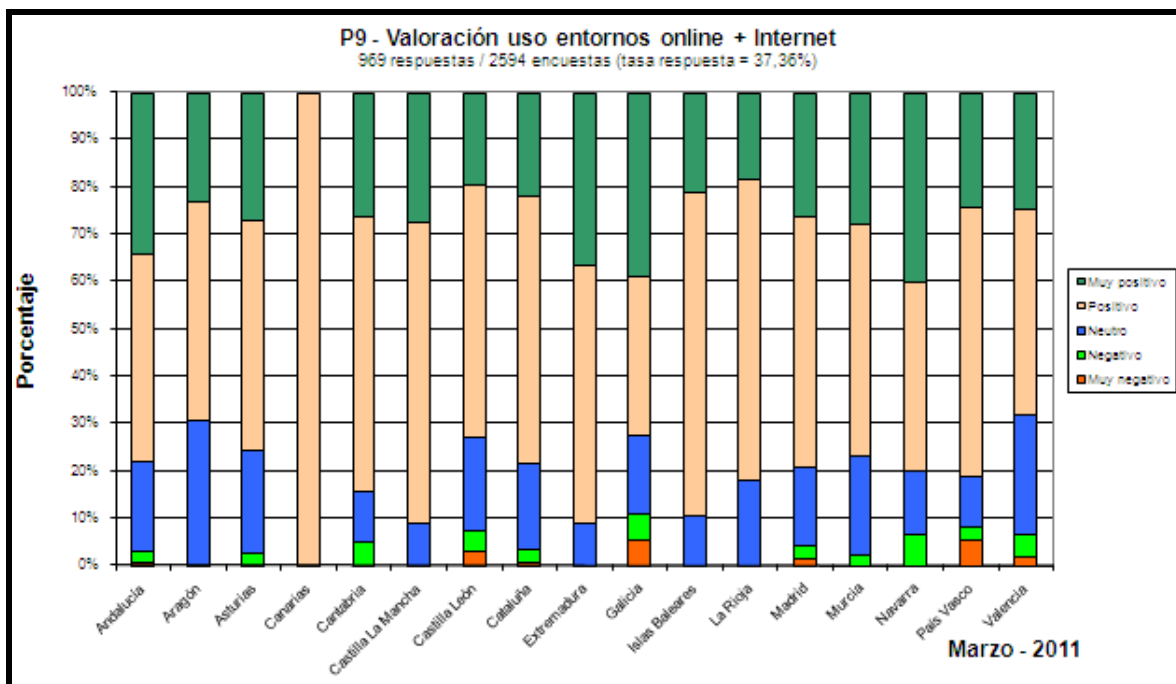


Figura 8.63: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 9

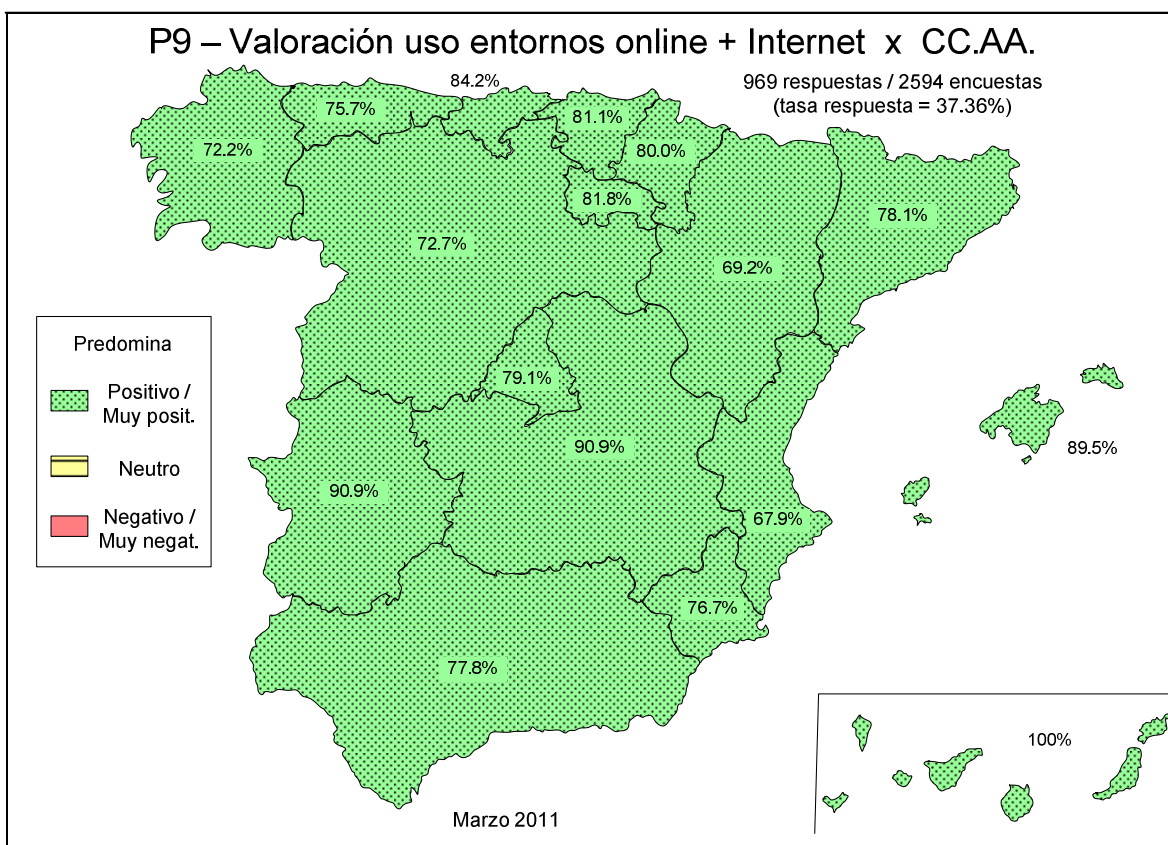


Figura 8.64: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 9

VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS MOTIVADOS POR EL EEES

En este apartado se analizan las respuestas a la décima de las preguntas de la encuesta:

[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior.

Como se puede observar en la **Figura 8.65**, entre las respuestas predominan las opciones “Positivo / Muy positivo” y “Neutro”, que representan un 36% y 37%, respectivamente, de las mismas, mientras que un 27% han elegido la opción “Negativo / Muy negativo”.

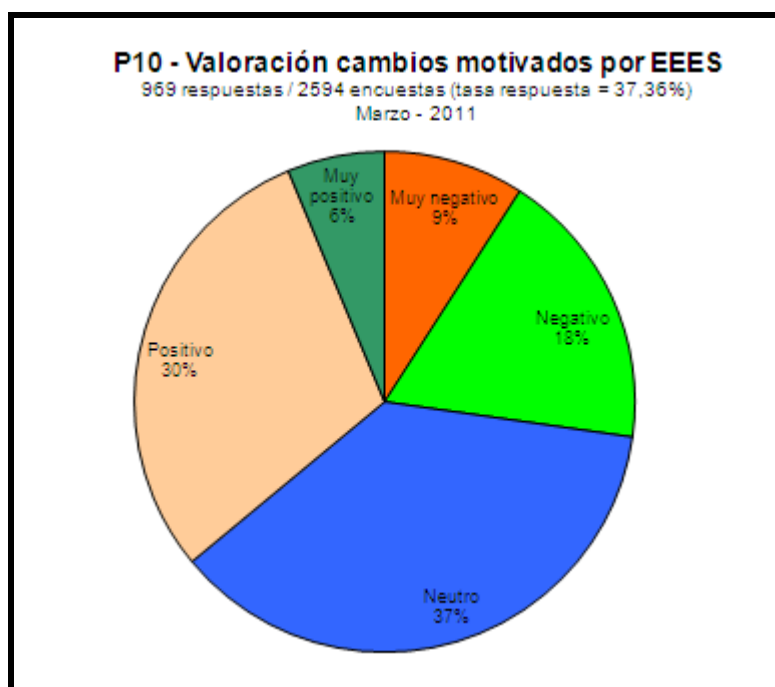


Figura 8.65: Gráfico circular que se obtiene a partir de las respuestas a la pregunta 10 de la encuesta

A nivel de CC.AA. (**Figuras 8.66 y 8.67**), se observa que la opción “Positivo / Muy positivo” es la opción predominante en Cantabria, Castilla La Mancha, Extremadura, Islas Baleares y Madrid. En las siguientes CC.AA. predominan la opción “Negativo / Muy negativo”: Asturias, Castilla León y Navarra. En el resto de CC.AA. predomina la opción “Neutro”.

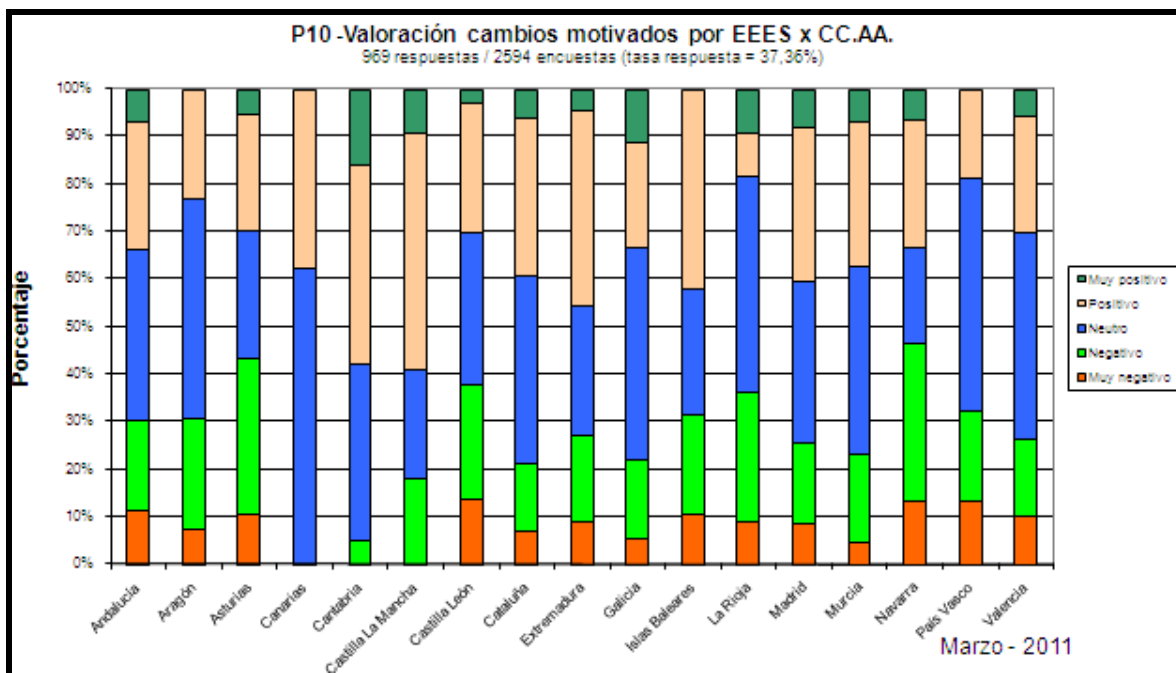


Figura 8.66: Diagrama de barras acumuladas, por CC.AA., para la pregunta 10

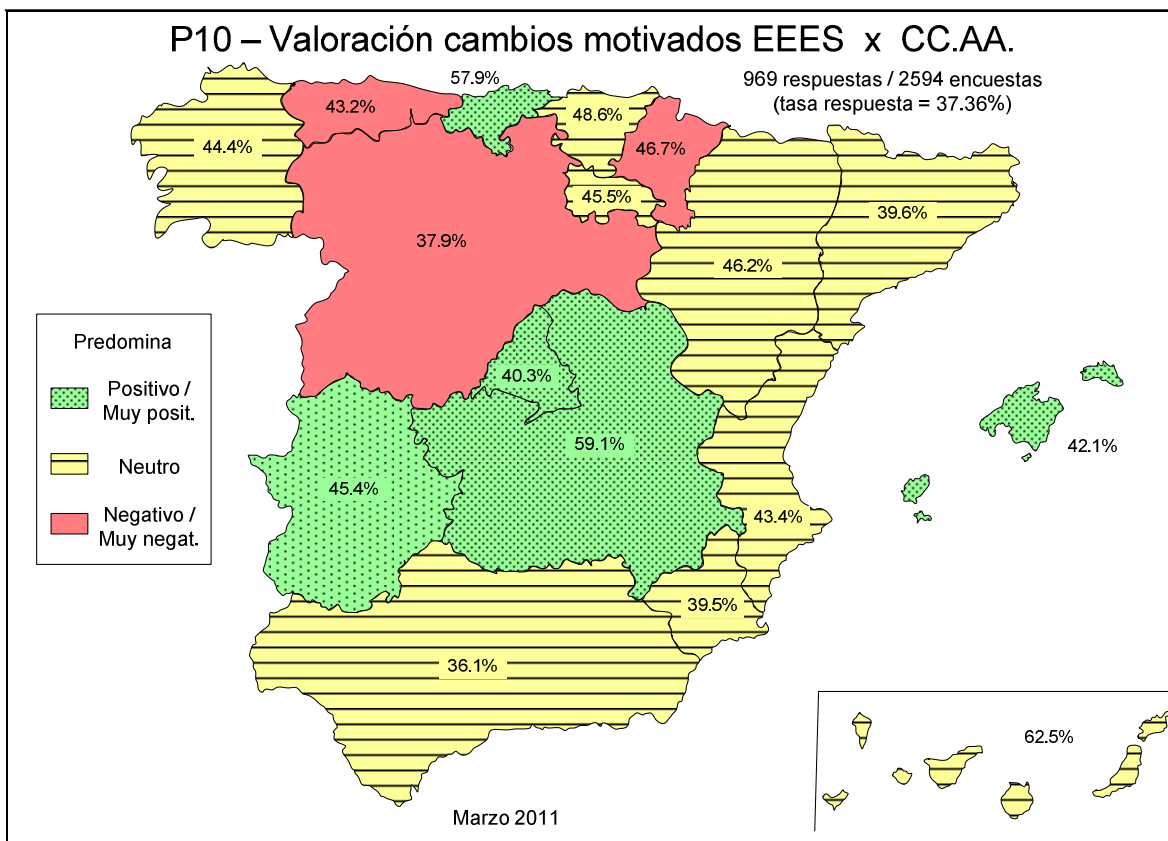


Figura 8.67: Mapa con la opción predominante, en cada CC.AA., para la pregunta 10

4. Comparativa de resultados entre ambas ediciones

En este apartado se describen los resultados obtenidos en la presente investigación a través del análisis estadístico descriptivo y de test de hipótesis.

El procedimiento de análisis de los datos cuantitativos se basa en análisis estadísticos. Para ello, ante todo, se organizaron en una tabla las calificaciones obtenidas por los profesores en los diferentes cuestionarios. A continuación se introdujeron las variables en la matriz de datos del programa Excel y Minitab (paquete estadístico utilizado en la investigación) para seguir con la selección de las pruebas estadísticas a utilizar en cada apartado. Después de aplicar el paquete estadístico anteriormente citado se pasó a analizar e interpretar los resultados que, a continuación, se especifican.

4.1. Estadística descriptiva

DATOS SOBRE LOS PARTICIPANTES EN LA ENCUESTA

Observando la **Tabla 8.1** se comprueba que las comunidades que más participación han tenido en ambas ediciones de la encuesta son: Andalucía, Cataluña, Madrid y Valencia. De éstas, las tres últimas han presentado un aumento de participación mientras que en Andalucía ha disminuido la puntuación cerca de un punto. Del resto de comunidades cuyas variaciones no son significativas – tanto si ha aumentado como si ha disminuido–, destaca Galicia que ha pasado de 5,1% en el año 2008 a 1,9 en 2011, lo que representa una disminución de más del 3%

Tabla 8.1: Comunidad autónoma de procedencia de los encuestados en ambas ediciones

Comunidad Autónoma de Procedencia	Porcentaje Encuestas contestadas 2008	Porcentaje Encuestas contestadas 2011
Andalucía	17,1	16,3
Aragón	2,1	1,3
Asturias	2,5	3,8
Canarias	1,1	0,8
Cantabria	1,5	2,0
Castilla La Mancha	1,6	2,3
Castilla León	6,4	6,8
Cataluña	15,1	17,4
Extremadura	2,2	2,3
Galicia	5,1	1,9
Islas Baleares	2,2	2,0
La Rioja	1,0	1,1
Madrid	20,6	21,3
Murcia	5,7	4,4
Navarra	1,5	1,5
País Vasco	3,9	3,8
Valencia	10,5	10,9

Por lo que respecta al colectivo profesional al que pertenecen los encuestados destaca el aumento del porcentaje de participación de Titular de Universidad/Catedrático EU y Catedrático de Universidad. Sin embargo, también se observa la disminución en los colectivos: Titular de EU, Colaborador y Otros. Este último pasa de 6% en 2008 a 1,6% en 2011. Esto puede ser debido a que en la edición del 2011 se incluyeron en la encuesta tres opciones más (Asociado, Ayudante Doctor/Lector y Ayudante no Doctor) que en la edición del 2008 no aparecían en la encuesta lo que puede conllevar una disminución en el apartado "Otros", tal como se observa en la **Tabla 8.2**

Tabla 8.2: Colectivo profesional de los encuestados en ambas ediciones, en porcentaje

Colectivo profesional	2008	2011
Titular de Universidad / Catedrático EU	39,6	48,2
Catedrático de Universidad	12,3	14,8
Titular de Escuela Universitaria	16,3	12,1
Contratado Doctor / Agregado	9,5	9,4
Asociado	-	6,6
Ayudante Doctor / Lector	-	3,7
Colaborador	4,9	2,7
Otro colectivo	6,0	1,6
Ayudante no Doctor	-	0,9

Si nos fijamos en la **Tabla 8.3**, observamos que se produce un incremento muy importante (de más del 17%) entre los encuestados que llevan más de 18 años de experiencia docente. Sin embargo, en el resto de las opciones, en todas ellas se da un descenso de la participación.

Tabla 8.3: Años de experiencia docente de los encuestados en ambas ediciones, en porcentaje

Años de experiencia docente	2008	2011
Más de 18	42,1	59,1
De 12 a 18	28,7	23,5
De 6 a 11	17,8	13,2
Menos de 6	11,4	4,1

COMPARATIVA DE LAS RESPUESTAS EN AMBAS EDICIONES

En la **Tabla 8.4** se observa el porcentaje de respuestas, con las opciones agrupadas en “Muy bajo/Bajo”, “Medio” y “Alto/Muy alto”, a las preguntas número 1 a la 7, en ambas ediciones. Pasemos a continuación a analizar cada una de las preguntas:

- P1: Podemos afirmar que el nivel de uso de software matemático-estadístico ha aumentado y es “Alto/Muy alto” pues es ésta la opción mayoritaria en la edición 2011(37%), mientras que en 2008 la mayoría de los encuestados declaraban un nivel bajo o muy bajo (37%) y éste ha disminuido en la edición 2011 (ha pasado a ser del 33%).
- P2: Sucede exactamente igual que en la P1 pero más acentuado. Se puede afirmar que el nivel de uso de entornos online e Internet ha aumentado y es “Alto/Muy alto” (un 51% de los encuestados en 2011 así lo declaran). Además es de destacar que en 2008, casi el 42% de los encuestados respondieron que el nivel de uso de entornos online e Internet

era “Bajo/Muy bajo” y en la edición del 2011, este porcentaje ha disminuido en un 22% (en 2011 es de casi el 20%).

- P3: Por lo que hace al nivel de integración de las TIC en la evaluación no ha variado excesivamente en los tres años; sólo es de destacar que se puede afirmar que ha disminuido un poco su uso (en 2008, el 56% de los encuestados –la mayoría– manifestaron que su uso era “Bajo/Muy bajo” y, en 2011, la mayoría de los participantes – un 48%– siguió afirmando que su uso era “Bajo/Muy bajo”). Sí es cierto que hay un 8% que ha variado de opción entre ambas ediciones y este porcentaje se distribuye a partes iguales entre la respuesta “Medio” y “Alto/Muy alto”.
- P4: Sucede igual que en la P3. Se puede afirmar que el nivel de uso de material o recursos en inglés continúa siendo “Bajo/Muy bajo” (en 2008, lo afirmaron un 70% de los encuestados y en 2011, lo han hecho un 65% pero, igualmente, en ambas ediciones ésta es la respuesta mayoritaria). Sí es cierto que en este caso sólo hay un 5% de variación y éste porcentaje se ha pasado casi por completo a la respuesta “Alto/Muy alto” por lo que se podría afirmar que el nivel de uso de materiales o recursos en inglés es bajo pero parece que la tendencia es a aumentar, aunque sea muy ligeramente.
- P5: El nivel de adaptación al EEES sí que ha tenido un cambio significativo aumentando al cabo de los tres años, cosa que parece lógica. Fijémonos que en el año 2008, las respuestas mayoritarias eran nivel bajo o muy bajo con un 34,4% de las respuestas y nivel medio con 37%. En cambio, en la edición del 2011, la respuesta mayoritaria es nivel alto o muy alto con un 51% y la respuesta minoritaria, en este caso, es la del nivel bajo con un 16%.
- P6: En esta pregunta la respuesta mayoritaria, en la edición 2008, es nivel medio pero seguida muy cercana de la respuesta nivel alto o muy alto, la distancia entre medio y alto/muy alto es de un 5%. En cambio, en la edición del 2011, la respuesta mayoritaria es nivel alto o muy alto, con un 46%, y con gran distancia –del 15%– de la respuesta nivel medio. Por tanto, el nivel de información institucional sobre el EEES se puede decir, en general, que es alto o muy alto.
- P7: El nivel de cambios que implica el EEES es alto o muy alto, en ambas ediciones. Sin embargo fijémonos que, en el año 2008, el nivel de cambios era alto o muy alto con un 60% de las respuestas; ahora bien, en el 2011, la opción nivel alto o muy alto también es la mayoritaria pero con un 53% de respuestas. Esto se puede deber a que inicialmente, en el 2008, las expectativas que se tenía sobre los cambios que el EEES comportaría eran alto o muy alto y estas expectativas eran seguidas por el 60% de los profesores. En cambio, en el 2011, una vez implantado el EEES, una vez ya se sabe qué cambios comportará la implantación del EEES, ha disminuido en un 7% el número de profesores que opinan que el nivel de cambios del EEES es alto o muy alto.

Tabla 8.4: Porcentaje de respuestas a las preguntas 1-7 de los encuestados en ambas ediciones

Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:		Muy bajo / Bajo	Medio	Alto / Muy alto
P1 ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?	2008	37	31,1	31,9
	2011	33,2	30	36,8
P2 ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?	2008	41,8	28,4	29,8
	2011	19,7	29,5	50,8
P3 ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	2008	55,7	24	20,3
	2011	48	28,1	23,9
P4 ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?	2008	69,7	20,2	10,1
	2011	65,2	20,4	14,3
P5 ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	2008	34,4	37	28,6
	2011	15,6	33,8	50,6
P6 ¿Cuál ha sido el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?	2008	27	38,8	34,2
	2011	22,9	31	46,1
P7 ¿Qué nivel de cambios ha implicado o está implicando la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	2008	11,5	28,4	60,1
	2011	14,7	32,8	52,6

En la **Tabla 8.5** se observa el porcentaje de respuestas, con las opciones agrupadas en “Muy negativo/Negativo”, “Neutro” y “Positivo/Muy positivo”, a las preguntas número 8 a la 10, en ambas ediciones. Pasemos a continuación a analizar cada una de las preguntas:

- P8: En esta pregunta se puede afirmar que la valoración personal sobre el uso de software matemático-estadístico de los encuestados es positivo o muy positivo, ya que la respuesta en ambas ediciones es dicha opción (73% en los dos casos).
- P9: Sucede lo mismo que en la P8. Se puede afirmar que la valoración personal sobre el uso de entornos online e Internet de los encuestados es positivo o muy positivo, ya que la respuesta en ambas ediciones es esta opción (74% y 78%, respectivamente).

- P10: En cambio, la valoración personal sobre los cambios que motivan el EEES de los encuestados ha disminuido de una edición a otra. Esto es, aún siendo la valoración mayoritaria de los participantes en la encuesta como positiva o muy positiva, en el año 2008 fue de 41% y en el 2011 fue de 36%. Esto se puede deber a que, inicialmente (en el año 2008), los docentes esperaban que el EEES produjera un cambio mayor del que realmente se ha hecho y esto se ve reflejado en las respuestas a la edición del 2011.

Tabla 8.5: Porcentaje de respuestas a las preguntas 8-10 de los encuestados en ambas ediciones

Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones		Muy negativo / Negativo	Neutro	Positivo / Muy positivo
P8 Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico:	2008	4,8	22,3	72,9
	2011	5,3	21,8	72,8
P9 Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia	2008	5,2	21,2	73,6
	2011	4,2	18,1	77,7
P10 Valoración personal sobre los cambios que motivan el Espacio Europeo de Educación Superior:	2008	18,3	40,2	41,4
	2011	27,3	36,7	36

COMPARATIVA DE LAS RESPUESTAS EN AMBAS EDICIONES POR CC.AA.

1. USO ACTUAL DE SOFTWARE MATEMÁTICO-ESTADÍSTICO. En este apartado se analizan las respuestas a la primera de las preguntas de la encuesta: [P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico? La **Tabla 8.6** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.6: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 1 de los encuestados en ambas ediciones

P1 - Uso actual software matemático-estadístico				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	37,5	Alto/Muy Alto	40,5	Alto/Muy alto
Aragón	55,0	Alto/Muy alto	53,9	Alto/Muy alto
Asturias	39,6	Alto/Muy alto	40,5	Alto/Muy alto
Canarias	42,9	Bajo/Muy bajo	50,0	Bajo/Muy bajo
Cantabria	44,8	Alto/Muy Alto	63,2	Alto/Muy alto
Castilla La Mancha	36,7	Medio	40,9	Medio
Castilla León	46,3	Bajo/Muy bajo	36,4	Medio
Cataluña	37,1	Alto/Muy Alto	36,1	Alto/Muy alto
Extremadura	38,1	Medio	45,5	Alto/Muy alto
Galicia	36,7	Medio	38,9	Alto/Muy alto
Islas Baleares	64,3	Bajo/Muy bajo	42,1	Bajo/Muy Bajo
La Rioja	45,0	Medio	54,5	Medio
Madrid	41,5	Bajo/Muy bajo	36,9	Alto/Muy alto
Murcia	39,1	Bajo/Muy bajo	37,2	Bajo/muy Bajo
Navarra	69,0	Alto/Muy Alto	53,3	Alto/Muy alto
País Vasco	51,3	Bajo/Muy bajo	40,5	Bajo/Muy Bajo
Valencia	39,9	Bajo/Muy bajo	40,6	Bajo/Muy Bajo

Como se observa, podemos establecer diversos grupos:

- Andalucía, Asturias y Cantabria aumenta el uso actual de software, siendo en ambas ediciones su uso alto o muy alto.
- Aragón, Cataluña y Navarra disminuye el uso de software, aunque en ambas ediciones su uso es alto o muy alto.
- Islas Baleares, Murcia, País Vasco y Valencia disminuye su uso por lo que hace a la opción bajo o muy bajo, lo que significa que aumenta la opción de respuesta alta o muy alta.
- Es de destacar el caso de Madrid que pasa, en el año 2008, de manifestar que un 42% de los participantes hacían un uso bajo o muy bajo del software a, en el 2011, un 37% de los encuestados hacen un uso alto o muy alto.
- Quedan por último los casos de Castilla León, Castilla La Mancha, Extremadura, Galicia y La Rioja que, en todos los casos, aumentan el uso de software matemático-estadístico al cabo de tres años.

2. USO ACTUAL DE ENTORNOS ONLINE Y DE INTERNET. En este apartado se analizan las respuestas a la segunda de las preguntas de la encuesta: [P2] ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial? La **Tabla 8.7** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.7: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 2 de los encuestados en ambas ediciones

P2 - Uso actual entornos online + Internet				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	36,0	Bajo/Muy bajo	56,3	Alto/Muy alto
Aragón	42,5	Medio	46,2	Alto/Muy alto
Asturias	50,0	Bajo/Muy bajo	48,6	Alto/Muy alto
Canarias	47,6	Alto/Muy alto	75,0	Alto/Muy alto
Cantabria	41,4	Bajo/Muy bajo	52,6	Alto/Muy alto
Castilla La Mancha	43,3	Bajo/Muy bajo	68,2	Alto/Muy alto
Castilla León	68,3	Bajo/Muy bajo	40,9	Alto/Muy alto
Cataluña	37,1	Alto/Muy alto	51,5	Alto/Muy alto
Extremadura	47,6	Bajo/Muy bajo	63,6	Alto/Muy alto
Galicia	36,7	Medio	38,9	Med/Alt/Muy alto
Islas Baleares	38,1	Alto/Muy alto	73,7	Alto/Muy alto
La Rioja	40,0	Alto/Muy alto	54,5	Medio
Madrid	43,0	Bajo/Muy bajo	53,4	Alto/Muy alto
Murcia	45,5	Bajo/Muy bajo	37,2	Alto/Muy alto
Navarra	55,2	Alto/Muy alto	80,2	Alto/Muy alto
País Vasco	40,8	Bajo/Muy bajo	48,6	Alto/Muy alto
Valencia	50,2	Bajo/Muy bajo	36,8	Alto/Muy alto

Como se observa, podemos establecer diversos grupos:

- Andalucía, Asturias, Cantabria, Castilla La Mancha, Castilla León, Extremadura, Madrid, Murcia, País Vasco y Valencia que, en el 2008, manifestaban que hacían un uso bajo o muy bajo de los entornos online e Internet y, en el 2011, manifiestan hacer un uso alto o muy alto. Por tanto, podemos afirmar que en estas comunidades, se ha aumentado el uso de entornos online e Internet.
- Canarias, Cataluña, Islas baleares y Navarra también han aumentado el uso de entornos online e Internet ya que, aunque en el 2008 ya manifestaron que hacían un uso alto o muy alto de éstos, en el 2011, han continuado en la misma opción y, además, ha aumentado el porcentaje de respuestas.
- Aragón y Galicia también ha aumentado el uso de entornos online e Internet ya que han pasado de la respuesta “uso medio”, en el 2008, a “uso alto o muy alto” en el 2011.
- Por último, destaca La Rioja que es la única comunidad autónoma que manifiesta que ha disminuido el uso de entornos online e Internet ya que, en los tres años citados, han pasado de hacer un uso alto o muy alto a hacer un uso medio, tal como se observa en la tabla anterior.

3. INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN. En este apartado se analizan las respuestas a la tercera de las preguntas de la encuesta: [P3] ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.). La **Tabla 8.8** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Como se observa, podemos establecer diversos grupos:

- Aragón y Canarias que han disminuido la integración de las TIC en la evaluación ya que en el 2008 la respuesta mayoritaria era “Bajo/Muy bajo” y en el 2011 sigue siendo la misma contestación pero, encima, el porcentaje de respuestas ha aumentado lo que significa que aún existen, en el 2011, más encuestados que en el 2008 que manifiestan su poca integración de las TIC en la evaluación.
- La Rioja también ha disminuido la integración de las TIC, pero con más fuerza que las CC.AA. anteriores, ya que pasa de una respuesta de integración media a una integración baja o muy baja (en el 2011, esto lo han manifestado un 63,6%).
- Por su parte, Cantabria es la única comunidad autónoma que destaca por aumentar, claramente, la integración de las TIC en la evaluación, pasando de la respuesta “Bajo/Muy bajo” a “Alto/Muy alto”.
- En el resto de CC.AA. se puede decir que ha aumentado la integración de las TIC ya que, aunque, la respuesta elegida en ambas ediciones sea “Bajo/Muy bajo”, sí es cierto que en el 2011, el porcentaje de encuestados que han respondido a esta opción ha disminuido; por tanto, hay menos participantes en la encuesta que responden que la integración de las TIC es baja o muy baja –aún siendo ésta la respuesta mayoritaria– por lo que se puede interpretar que la integración ha aumentado.

Tabla 8.8: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 3 de los encuestados en ambas ediciones

P3 – Integración TIC en procesos evaluación				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	48,9	Bajo/Muy bajo	39,9	Bajo/Muy bajo
Aragón	55,0	Bajo/Muy bajo	62,2	Bajo/Muy bajo
Asturias	56,3	Bajo/Muy bajo	43,2	Bajo/Muy bajo
Canarias	47,6	Bajo/Muy bajo	50,0	Bajo/Muy bajo
Cantabria	41,4	Bajo/Muy bajo	42,1	Alto/Muy alto
Castilla La Mancha	63,3	Bajo/Muy bajo	54,5	Bajo/Muy bajo
Castilla León	67,5	Bajo/Muy bajo	50,0	Bajo/Muy bajo
Cataluña	49,8	Bajo/Muy bajo	43,2	Bajo/Muy bajo
Extremadura	52,4	Bajo/Muy bajo	40,9	Bajo/Muy bajo
Galicia	63,3	Bajo/Muy bajo	61,1	Bajo/Muy bajo
Islas Baleares	57,1	Bajo/Muy bajo	42,1	Bajo/Muy bajo
La Rioja	55,0	Medio	63,6	Bajo/Muy bajo
Madrid	61,1	Bajo/Muy bajo	51,0	Bajo/Muy bajo
Murcia	58,2	Bajo/Muy bajo	58,1	Bajo/Muy bajo
Navarra	55,2	Alto/Muy alto	40,0	Bajo/Muy bajo
País Vasco	72,4	Bajo/Muy bajo	62,2	Bajo/Muy bajo
Valencia	58,1	Bajo/Muy bajo	52,8	Bajo/Muy bajo

4. USO DE MATERIAL O RECURSOS EN INGLÉS. En este apartado se analizan las respuestas a la cuarta de las preguntas de la encuesta: [P4] ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés? La **Tabla 8.9** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.9: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 4 de los encuestados en ambas ediciones

P4- Uso material o recursos en inglés				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	74,0	Bajo/Muy bajo	64,6	Bajo/Muy bajo
Aragón	55,0	Bajo/Muy bajo	46,2	Bajo/Muy bajo
Asturias	89,6	Bajo/Muy bajo	94,6	Bajo/Muy bajo
Canarias	61,9	Bajo/Muy bajo	50,0	Bajo/Muy bajo
Cantabria	62,1	Bajo/Muy bajo	73,7	Bajo/Muy bajo
Castilla La Mancha	86,7	Bajo/Muy bajo	72,7	Bajo/Muy bajo
Castilla León	69,1	Bajo/Muy bajo	68,2	Bajo/Muy bajo
Cataluña	70,5	Bajo/Muy bajo	61,5	Bajo/Muy bajo
Extremadura	76,2	Bajo/Muy bajo	72,7	Bajo/Muy bajo
Galicia	71,4	Bajo/Muy bajo	94,4	Bajo/Muy bajo
Islas Baleares	61,9	Bajo/Muy bajo	42,1	Bajo/Muy bajo
La Rioja	80,0	Bajo/Muy bajo	90,9	Bajo/Muy bajo
Madrid	59,3	Bajo/Muy bajo	56,3	Bajo/Muy bajo
Murcia	74,5	Bajo/Muy bajo	69,8	Bajo/Muy bajo
Navarra	65,5	Bajo/Muy bajo	66,7	Bajo/Muy bajo
País Vasco	79,0	Bajo/Muy bajo	70,3	Bajo/Muy bajo
Valencia	72,4	Bajo/Muy bajo	68,9	Bajo/Muy bajo

Se puede afirmar que, en general, en ambas ediciones, el uso de material o recursos en inglés es bajo o muy bajo. Sin embargo, tal y como se observa en la tabla 6.9, se puede hacer una separación en dos grupos:

- Asturias, Cantabria, Galicia, La Rioja, Madrid y Navarra que ha disminuido el uso de materiales en inglés ya que el porcentaje de encuestados que responden que hacen un uso bajo o muy bajo de material en inglés ha aumentado en el 2011 respecto del 2008, llegando al punto de que, por ejemplo, en Asturias, un 94,6% de los profesores manifiestan hacer un uso bajo o muy bajo de los recursos o materiales en inglés.
- En el resto de CC.AA. se puede decir que el uso de materiales en inglés ha aumentado ya que, aunque la opción de respuesta no ha variado –en las dos ediciones ha sido “Bajo/Muy bajo”– sí es cierto que el porcentaje de respuestas ha disminuido; es decir, en el 2011, hay menos profesores que opinan que hacen un uso bajo o muy bajo de los materiales en inglés lo que se puede interpretar como que ha aumentado, en cierta manera, el uso de éstos.

5. NIVEL DE ADAPTACIÓN AL EEES. En este apartado se analizan las respuestas a la quinta de las preguntas de la encuesta: [P5] ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la próxima adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? La **Tabla 8.10** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.10: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 5 de los encuestados en ambas ediciones

P5 – Nivel adaptación al EEES				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	36,6	Bajo/Muy bajo	47,5	Alto/muy alto
Aragón	62,5	Bajo/Muy bajo	61,5	Medio
Asturias	50,0	Bajo/Muy bajo	43,2	Medio
Canarias	47,6	Medio	50,0	Med/Alt/muy alto
Cantabria	48,3	Medio	63,2	Alto/muy alto
Castilla La Mancha	40,0	Alto/Muy alto	68,2	Alto/muy alto
Castilla León	48,8	Bajo/Muy bajo	47,0	Alto/muy alto
Cataluña	40,6	Medio	57,4	Alto/muy alto
Extremadura	42,9	Medio	54,5	Alto/muy alto
Galicia	41,8	Bajo/Muy bajo	38,9	Alto/muy alto
Islas Baleares	52,4	Bajo/Muy bajo	84,2	Alto/muy alto
La Rioja	50,0	Medio	45,5	Alto/muy alto
Madrid	34,4	Medio	55,8	Alto/muy alto
Murcia	40,9	Medio	51,2	Alto/muy alto
Navarra	48,3	Bajo/Muy bajo	40,0	Medio
País Vasco	52,6	Medio	37,8	Alto/muy alto
Valencia	40,4	Medio	46,2	Alto/muy alto

Como se observa, se puede afirmar que en general el nivel de adaptación al EEES aumenta de una edición a otra, y, aún y así, podemos establecer diversos grupos:

- Andalucía, Castilla León, Galicia e Islas Baleares aumentan el nivel de adaptación en gran cantidad ya que pasan de un nivel “Bajo/Muy bajo” en 2008 a un nivel “Alto/Muy alto” en 2011. Es de destacar el caso de las Islas Baleares que, en 2011, alcanzan el porcentaje de 84,2% encuestados que responden, en el 2011, que el nivel de adaptación al EEES es alto o muy alto.
- Aragón, Asturias y Navarra también aumentan el nivel de adaptación ya que pasan de responder un nivel bajo o muy bajo de adaptación a un nivel medio.
- Otro caso destacable es el de Castilla-La Mancha que, aún sin variar en la respuesta pues esta ha sido en ambas ediciones como un nivel alto o muy alto, sí se ha modificado el porcentaje, aumentando a casi el doble en el año 2011.
- El resto de CC.AA. también han aumentado el nivel de adaptación al EEES ya que todas pasan de un nivel medio a un nivel alto o muy alto.

Por otro lado resulta lógico que el nivel de adaptación al EEES haya aumentado en todas las CC.AA. ya que, en la primera edición de la encuesta, en el 2008, se estaba en los inicios de la implementación del EEES y, al cabo de tres años, en el 2011, ya se está de lleno la implementación del EEES por lo que es lógico que a lo largo de este período se haya incrementado.

6. NIVEL DE INFORMACIÓN INSTITUCIONAL SOBRE EL EEES. En este apartado se analizan las respuestas a la sexta de las preguntas de la encuesta: [P6] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior? La **Tabla 8.11** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.11: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 6 de los encuestados en ambas ediciones

P6 – Nivel información institucional sobre EEES				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	38,7	Medio	49,4	Alto/muy alto
Aragón	52,5	Bajo/Muy bajo	38,5	Med/Baj/muy baj
Asturias	47,9	Bajo/Muy bajo	45,9	Alto/muy alto
Canarias	42,9	Alto/Muy alto	50	Med/Alt/muy alto
Cantabria	51,7	Alto/Muy alto	73,7	Alto/muy alto
Castilla La Mancha	46,7	Medio	63,6	Alto/muy alto
Castilla León	36,6	Medio	40,9	Alto/muy alto
Cataluña	41,2	Alto/Muy alto	47,9	Alto/muy alto
Extremadura	45,2	Medio	36,4	Bajo/muy bajo
Galicia	45,9	Medio	38,9	Med/Baj/muy baj
Islas Baleares	35,7	Alto/Muy ato	78,9	Alto/muy alto
La Rioja	50,0	Alto/Muy alto	54,5	Alto/muy alto
Madrid	35,7	Alto/Muy alto	45,1	Alto/muy alto
Murcia	40,9	Medio	60,5	Alto/muy alto
Navarra	44,8	Medio	53,3	Medio
País Vasco	50,0	Medio	40,5	Medio
Valencia	40,9	Medio	39,6	Alto/muy alto

A diferencia de lo que sucedía en la pregunta 5 en que todas las CC.AA. habían aumentado su nivel de adaptación al EEES, en la P6 no se puede afirmar lo mismo; esto es, no en todas las CC.AA. el nivel de información institucional sobre el EEES ha evolucionado de la misma manera, aunque, en general, se puede afirmar que la tónica es de aumentar el nivel. Veamos las agrupaciones que se pueden hacer:

- Canarias, Cantabria, Cataluña, Islas Baleares, La Rioja y Madrid han aumentado su nivel de información institucional sobre el EEES pues, aún siendo la respuesta en ambas ediciones como alta o muy alta, en estas CC.AA. se ha producido un aumento del porcentaje de respuestas a esta opción hasta el punto de que el 79% de los encuestados de las Islas Baleares manifiestan, en el 2011, que su nivel de información institucional sobre el EEES es alto o muy alto.
- Es de destacar el caso de Asturias que también aumenta y mucho pues pasa de la opción nivel bajo o muy bajo, en el 2008, a la opción alto o muy alto, en el 2011. Es decir, casi la mitad de los encuestados en el 2008 de Asturias opinaban que el nivel de información institucional era bajo o muy bajo; en cambio, en el 2011, también casi la mitad de los participantes asturianos respondieron que su nivel de información institucional sobre el EEES era alto o muy alto.
- Andalucía, Castilla La Mancha, Castilla León, Murcia y Valencia también incrementan el nivel de información institucional pues pasan de una respuesta de nivel medio, en el 2008, a alto o muy alto en el 2011.
- Caso a parte es el de Aragón que, aún manteniéndose en la misma opción –muy bajo/bajo– se puede afirmar que aumenta el nivel de información institucional pues el

porcentaje en el 2011 de respuestas disminuye; esto es, hay menos profesores que opinan que el nivel de información es bajo o muy bajo que en el 2008.

- Extremadura y Galicia disminuyen el nivel de información institucional pues pasa de nivel medio o nivel bajo o muy bajo. Esto puede deberse a que, inicialmente, en los inicios del EEES, la información de que disponían las universidades de estas CC.AA. era muy abundante –por ser una novedad– y, a medida que han ido pasando los años, la información ha ido disminuyendo.
- Por último están Navarra y País Vasco que ni aumentan ni disminuyen, se quedan tal cual estaban inicialmente en el 2008, en el nivel medio.

El hecho de que, en general, aumente el nivel de información institucional sobre el EEES resulta lógico por el mismo motivo que se ha comentado anteriormente, porque en la primera edición de la encuesta, en el 2008, se estaba en los inicios de la implementación del EEES y, al cabo de tres años, en el 2011, ya se está de lleno la implementación del EEES por lo que es lógico que a lo largo de este período se haya incrementado.

7. NIVEL DE CAMBIOS QUE IMPLICA EL EEES. En este apartado se analizan las respuestas a la séptima de las preguntas de la encuesta: [P7] ¿Qué nivel de cambios ha implicado o implicará la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación). La **Tabla 8.12** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.12: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 7 de los encuestados en ambas ediciones

P7 – Nivel cambios implica EEES				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	62,8	Alto/muy alto	49,4	Alto/muy alto
Aragón	50,0	Alto/muy alto	46,2	Alto/muy alto
Asturias	70,9	Alto/muy alto	45,9	Alto/muy alto
Canarias	76,2	Alto/muy alto	62,5	Alto/muy alto
Cantabria	65,5	Alto/muy alto	47,4	Alto/muy alto
Castilla La Mancha	70,0	Alto/muy alto	59,1	Alto/muy alto
Castilla León	61,0	Alto/muy alto	63,6	Alto/muy alto
Cataluña	52,6	Alto/muy alto	53,8	Alto/muy alto
Extremadura	50,0	Alto/muy alto	40,9	Bajo/muy bajo
Galicia	60,2	Alto/muy alto	50,0	Alto/muy alto
Islas Baleares	59,5	Alto/muy alto	63,2	Alto/muy alto
La Rioja	90,0	Alto/muy alto	36,4	Alto/muy alto
Madrid	59,1	Alto/muy alto	56,8	Alto/muy alto
Murcia	72,7	Alto/muy alto	51,2	Medio
Navarra	75,9	Alto/muy alto	46,7	Alto/muy alto
País Vasco	54,0	Alto/muy alto	54,1	Alto/muy alto
Valencia	55,7	Alto/muy alto	50,9	Alto/muy alto

En general se puede afirmar que en la mayoría de las CC.AA. el nivel de cambios que implica el EEES es alto o muy alto. Sin embargo, se pueden distinguir tres grupos de la siguiente manera:

- Castilla León, Cataluña, Islas Baleares y País Vasco aumentan el nivel de cambios que implica el EEES y no sólo eso sino que también se incrementa el porcentaje entre una edición y otra de la encuesta.
- El caso de Murcia es la única comunidad autónoma que disminuye el nivel de cambios que implica el EEES; inicialmente, en el 2008, el nivel de cambios era alto o muy alto y en el 2011 era medio.
- El resto de CC.AA. (la mayoría) se puede decir que, indirectamente, hay un leve descenso en el nivel de cambios que implica el EEES ya que, aún siendo en las dos ediciones la respuesta mayoritaria Alto/Muy alto, en la edición del 2011 ha disminuido un poco el porcentaje de respuesta. Esto se puede deber a en el año 2008, que era cuando se iniciaba el EEES, el nivel de cambios del EEES era superior al nivel del año 2011, que continua habiendo cambios –de ahí que la respuesta mayoritaria siga siendo “Alto/Muy alto”– pero en menor porcentaje.

8. VALORACIÓN DEL USO DE SOFTWARE MATEMÁTICO-ESTADÍSTICO. En este apartado se analizan las respuestas a la octava de las preguntas de la encuesta: [P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico. La **Tabla 8.13** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.13: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 8 de los encuestados en ambas ediciones

P8 – Valoración uso software matemático-estadístico				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	79,2	Positi/muy positi	74,1	Positi/muy positi
Aragón	80,0	Positi/muy positi	76,9	Positi/muy positi
Asturias	70,8	Positi/muy positi	78,4	Positi/muy positi
Canarias	76,2	Positi/muy positi	75,0	Positi/muy positi
Cantabria	86,2	Positi/muy positi	100,0	Positi/muy positi
Castilla La Mancha	86,7	Positi/muy positi	90,9	Positi/muy positi
Castilla León	76,4	Positi/muy positi	72,7	Positi/muy positi
Cataluña	69,4	Positi/muy positi	71,0	Positi/muy positi
Extremadura	66,7	Positi/muy positi	77,3	Positi/muy positi
Galicia	66,3	Positi/muy positi	72,2	Positi/muy positi
Islas Baleares	59,5	Positi/muy positi	63,2	Positi/muy positi
La Rioja	85,0	Positi/muy positi	63,6	Positi/muy positi
Madrid	72,4	Positi/muy positi	73,8	Positi/muy positi
Murcia	73,6	Positi/muy positi	65,1	Positi/muy positi
Navarra	93,1	Positi/muy positi	93,3	Positi/muy positi
País Vasco	60,5	Positi/muy positi	62,2	Positi/muy positi
Valencia	69,5	Positi/muy positi	67,0	Positi/muy positi

Como se observa en la tabla, en todos los casos la valoración del uso de software matemático-estadístico es positiva/Muy positiva. Ahora bien, dentro de las CC.AA. podemos distinguir en dos bandos:

- CC.AA. que, aún teniendo una valoración positiva o muy positiva, incrementan su porcentaje de una edición a otra; esto es, al cabo de tres años, se aumenta la valoración

del uso de software matemático-estadístico: Asturias, Cantabria, Castilla La Mancha, Cataluña, Extremadura, Galicia, Islas Baleares, Madrid, Navarra, País Vasco. Fijémonos en el caso de Cantabria que el 100% de los encuestados valoran, en el año 2011, el uso de software matemático-estadístico como positivo o muy positivo.

- CC.AA. que, aún teniendo una valoración positiva o muy positiva, disminuyen su porcentaje de una edición a otra; esto es, al cabo de tres años, se disminuye la valoración del uso de software matemático-estadístico: Andalucía, Aragón, Canarias, Castilla León, La Rioja, Murcia y Valencia.

9. VALORACIÓN DEL USO DE ENTORNOS ONLINE E INTERNET. En este apartado se analizan las respuestas a la novena de las preguntas de la encuesta: [P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia. La **Tabla 8.14** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.14: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 9 de los encuestados en ambas ediciones

P9 – Valoración uso entornos online + Internet				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	81,3	Positi/muy positi	77,8	Positi/muy positi
Aragón	72,5	Positi/muy positi	69,2	Positi/muy positi
Asturias	58,3	Positi/muy positi	75,7	Positi/muy positi
Canarias	76,2	Positi/muy positi	100,0	Positi/muy positi
Cantabria	72,4	Positi/muy positi	84,2	Positi/muy positi
Castilla La Mancha	76,7	Positi/muy positi	90,9	Positi/muy positi
Castilla León	67,5	Positi/muy positi	72,7	Positi/muy positi
Cataluña	70,8	Positi/muy positi	78,1	Positi/muy positi
Extremadura	76,2	Positi/muy positi	90,9	Positi/muy positi
Galicia	70,4	Positi/muy positi	72,2	Positi/muy positi
Islas Baleares	83,3	Positi/muy positi	89,5	Positi/muy positi
La Rioja	70,0	Positi/muy positi	81,8	Positi/muy positi
Madrid	74,1	Positi/muy positi	79,1	Positi/muy positi
Murcia	69,1	Positi/muy positi	76,7	Positi/muy positi
Navarra	89,7	Positi/muy positi	80,0	Positi/muy positi
País Vasco	69,7	Positi/muy positi	81,1	Positi/muy positi
Valencia	71,9	Positi/muy positi	67,9	Positi/muy positi

Como se observa, la valoración en todas las CC.AA. es positiva o muy positiva, aún así podemos distinguir entre las CC.AA. cuya satisfacción aumenta y las que disminuye a lo largo de estos tres años:

- Andalucía, Aragón, Navarra y Valencia valoran como positivo o muy positivo el uso de entornos online e Internet pero, sin embargo, esta valoración disminuye entre 2008 y 2011.
- El resto de CC.AA. también valoran como positivo o muy positivo el uso de entornos online e Internet y, además, esta valoración aumenta de una edición a otra hasta el punto de llegar, por ejemplo, en el caso de Canarias, del 100% en el 2011.

10. VALORACIÓN DE LOS CAMBIOS MOTIVADOS POR EL EEES. En este apartado se analizan las respuestas a la décima de las preguntas de la encuesta: [P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior. La **Tabla 8.15** muestra la respuesta mayoritaria en ambas ediciones.

Tabla 8.15: Respuesta mayoritaria, con porcentaje, a la pregunta 10 de los encuestados en ambas ediciones

P10 – Valoración cambios motivados por EEES				
Respuesta mayoritaria	2008		2011	
Andalucía	42,3	Positi/muy positi	36,1	Neutro
Aragón	42,5	Neutro	46,2	Neutro
Asturias	45,8	Neutro	43,2	Negati/Muy negat
Canarias	52,4	Positi/muy positi	62,5	Neutro
Cantabria	51,7	Positi/muy positi	57,9	Positi/muy positi
Castilla La Mancha	53,3	Positi/muy positi	59,1	Positi/muy positi
Castilla León	43,9	Neutro	37,9	Negati/Muy negat
Cataluña	44,0	Neutro	39,6	Neutro
Extremadura	40,5	Neutro	45,5	Positi/muy positi
Galicia	40,8	Positi/muy positi	44,4	Neutro
Islas Baleares	50,0	Positi/muy positi	42,1	Positi/muy positi
La Rioja	50,0	Neutro	45,5	Neutro
Madrid	40,5	Positi/muy positi	40,3	Positi/muy positi
Murcia	46,4	Positi/muy positi	39,5	Neutro
Navarra	48,3	Positi/muy positi	46,7	Negati/Muy negat
País Vasco	43,4	Neutro	48,6	Neutro
Valencia	43,8	Neutro	43,4	Neutro

Como se observa, podemos establecer diversos grupos:

- Hay 4 CC.AA. en las que decrece la valoración; esto es, en el 2008 valoraban positivamente o muy positivamente los cambios motivados por el EEES y en el 2011 la valoración es neutra. Éstas son: Andalucía, Canarias, Galicia y Murcia. Esto puede ser debido a que inicialmente las expectativas que se tenían sobre los cambios motivados por el EEES era superiores a los que realmente han sido en el 2011.
- Cabe destacar el caso de Navarra que disminuye su valoración pues pasa de una valoración positiva o muy positiva, en el año 2008, a una valoración negativa o muy negativa en el año 2011.
- Asturias y Castilla León disminuye la valoración pues pasa de neutro, en el 2008, a negativo o muy negativo en el año 2011.
- Extremadura, en cambio, aumenta la valoración, pues pasa de neutro, en el 2008, a positivo o muy positivo en el año 2011.
- Hay 5 CC.AA. en las que la valoración no varía, está estable en la valoración neutra en ambas ediciones. Son las siguientes CC.AA.: Aragón, Cataluña, La Rioja, País Vasco y Valencia.
- Cantabria y Castilla La Mancha aumentan la valoración pues, aun estando estables en la valoración positiva o muy positiva, en el año 2011, aumenta el porcentaje de respuestas.

- En cambio, Islas Baleares y Madrid disminuye –en cierta manera– la valoración pues, aun estando estables en la valoración positiva o muy positiva, en el año 2011, disminuye el porcentaje de respuestas.

Como hemos visto, en general, hay una disminución de la valoración de los cambios motivados por el EEES pues hay 9 CC.AA. que decrece la valoración frente a 3 CC.AA. que aumenta (teniendo en cuenta que hay 5 CC.AA. que están establecidas en la neutralidad). Esto puede deberse a lo mismo que ya se ha repetido más de una vez en este trabajo: inicialmente, en el año 2008, cuando empezó el EEES, la expectativa de los cambios que éste implicaría era grande y, por tanto, la valoración era positiva o muy positiva. Posteriormente, en el 2011, cuando el EEES ya estaba implantado y los cambios realmente no han sido tantos ni de tan tamaño como se esperaba, la valoración ha disminuido.

CUADRO RESUMEN CON EL AUMENTO (A), LA DISMINUCIÓN (D) O LA ESTABILIDAD (E) DE CADA PREGUNTA DEL CUESTIONARIO POR CC. AA. EN EL PERIODO 2008-11

Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:	Andalucía	Aragón	Asturias	Canarias	Cantabria	Castilla LaMancha	Castilla León	Cataluña	Extremadura	Galicia	Islas Baleares	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	Valencia	Nº total A	Nº total D	Nº total E
P1 Nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico	A	D	A	A	A	A	A	D	A	A	D	A	A	D	D	D	D	10	7	0
P2 Nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A	16	1	0
P3 Nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación	A	D	A	D	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A	14	3	0
P4 Nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés	A	A	D	A	D	A	A	A	A	D	A	D	D	A	D	A	A	11	6	0
P5 Nivel actual de desarrollo para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	17	0	0
P6 Nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	A	A	A	A	E	E	A	13	2	2
P7 Nivel de cambios que ha implicado o está implicando la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior	D	D	D	D	D	D	A	A	D	D	A	D	D	D	D	A	D	4	13	0
P8 Valoración personal positiva o muy positiva sobre el uso de software matemático/estadístico:	D	D	A	D	A	A	D	A	A	A	A	D	A	D	A	A	D	10	7	0
P9 Valoración personal positiva o muy positiva sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A	D	13	4	0
P10 Valoración personal positiva o muy positiva sobre los cambios que motivan el Espacio Europeo de Educación Superior:	D	E	D	D	A	A	D	E	A	D	D	E	D	D	D	E	E	3	9	5
Nº Total A			6	4	7	6	8	9	8	8	8	6	8	4	7	6	4	7	5	
Nº Total D			4	5	3	4	2	1	2	1	2	4	2	5	3	4	5	1	4	
Nº Total E			0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1	

4.2. Estadística avanzada: Test de hipótesis

Las técnicas estadísticas desarrolladas al amparo de la evolución del ordenador personal han incorporado al mundo de la investigación de las ciencias sociales una nueva forma de analizar los datos y extraer conclusiones (Blanco et al., 2000). En el estreno del nuevo milenio el ámbito de su aplicación se ha incrementado notablemente gracias a la facilidad de uso de paquetes informáticos tales como MINITAB, SPSS, etc. Sin embargo, pese a la existencia de estas herramientas tan poderosas se impone comprender a fondo el funcionamiento y la explicación teórica de las técnicas utilizadas en la investigación.

Con el tratamiento estadístico avanzado se analizan los datos en el momento inicial –en el año 2008– y al final del estudio –en el 2011– mediante diferentes tests de hipótesis pretest-postest del grupo de encuestas recibidas. En el caso de esta investigación, en la edición del 2008, se obtuvieron 1931 encuestas y en la edición del 2011 el número ha sido de 969. Para realizar este tipo de test se han elegido aquellos participantes que han respondido a ambas encuestas, en las dos ediciones. Como cada encuesta viene determinada por su correo electrónico se han seleccionado las encuestas cuyos correos aparecen en las dos ediciones. Al final, el número de casos de encuestas para el test de hipótesis ha sido de 957.

Los tests de hipótesis son pruebas de significación estadística que cuantifican hasta qué punto la variabilidad de la muestra puede ser responsable de los resultados de un estudio en particular (Juan et al., 2003). En todos los tests de hipótesis se establece una hipótesis de partida (H_0 : hipótesis nula) y una hipótesis alternativa (H_1) que puede ser bilateral (si ésta es un desigual “ \neq ”) o unilateral (si ésta es un mayor o menor que “ $<$ ”, “ $>$ ”). Posteriormente se evalúa la probabilidad de haber obtenido los datos observados si esa hipótesis es correcta. El valor de esta probabilidad coincide con el p-valor que nos proporciona cada test estadístico, de modo que cuanto menor sea éste más improbable resulta que la hipótesis nula se verifique. Las técnicas estadísticas ayudan a tomar la decisión de qué hipótesis se debe elegir. Dicha decisión puede ser afirmada con un grado de seguridad que previamente se ha fijado (se trata del “nivel de significación”).

Estos tests de hipótesis pueden dividirse en dos grupos: los paramétricos y los no paramétricos. Tal como explican Pértega et Pita (2001), los primeros –paramétricos– hacen inferencias respecto a los parámetros de la población (como, por ejemplo, la media). Parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada grupo sea la misma, que las medidas sean independientes) y, por lo tanto, requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (con una distribución normal) o bien que el número de observaciones en cada grupo sea “grande” (esto es, superior a 30), y con una variabilidad semejante (esto último sólo en el caso de que las muestras sean independientes). Cuando los

datos disponibles no verifican tales condiciones puede resultar útil una transformación de los mismos –mediante la aplicación del logaritmo, raíz cuadrada, etc.– o recurrir a la utilización de tests no paramétricos.

Por otro lado, los tests no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (*distribution-free*) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. Las hipótesis de una probabilidad no paramétrica se refieren a algo diferente del valor de un parámetro de población (por ejemplo, si las observaciones son independientes, si la distribución de la variable en estudio es normal, etc.). El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar pero, sin embargo, no son tan efectivos como los paramétricos. En otras palabras, con los tests no paramétricos se gana manejabilidad al usar menos información, y se calculan más rápidamente, pero se pierde agudeza al estimar intervalos y probabilidades.

Otro aspecto a tener en consideración es el tipo y distribución de los datos. Fundamentalmente, cuando se comparan dos o más grupos de observaciones pueden darse dos tipos de diseño: aquél en el que las observaciones se refieren a dos grupos independientes de individuos, o el caso en el que cada serie de datos se recoge en los mismos sujetos bajo condiciones diferentes. Cuando se trata de comparar dos grupos de observaciones, es importante distinguir el caso en el que los datos son independientes de aquel en el que los datos están apareados. Las series dependientes surgen normalmente cuando se evalúa un mismo dato más de una vez en cada sujeto de la muestra. También se puede encontrar este tipo de observaciones en estudios de casos y controles donde cada caso se aparea individualmente con un control (Faulín et al., 2002).

En la presente investigación, dado que el número de observaciones es muy elevado (del orden de 957) no es necesario realizar ningún test de normalidad y, por el teorema central del límite, se asume que la variable poblacional se comporta como una normal.

Una vez se ha confirmado la normalidad de las muestras, se asegura la utilización de tests paramétricos (recordemos que éstos hacen inferencias respecto a un parámetro de la población estudiada). Dado que el parámetro sobre el que se desea hacer inferencia es la media de las respuestas a las diferentes preguntas de la encuesta obtenidas por los profesores en los dos cuestionarios, se pasa a realizar el test t de Student para el caso de muestras dependientes (que son los tests utilizados en la investigación ya que, como se ha comentado, las muestras tomadas cumplen el requisito de normalidad).

TEST DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICO PARA MUESTRAS DEPENDIENTES

Este tipo de test se ha utilizado para analizar las siguientes suposiciones:

1. **Supuesto 1: El EEES tiene influencia en el uso actual de software matemático-estadístico.**
2. **Supuesto 2: El EEES tiene influencia sobre el uso actual de entornos online e Internet**
3. **Supuesto 3: El EEES tiene influencia sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación**
4. **Supuesto 4: El EEES tiene influencia sobre el uso del material o recursos en inglés**
5. **Supuesto 5: El EEES tiene influencia en el nivel de adaptación de las universidades a éste.**
6. **Supuesto 6: El EEES tiene influencia en el nivel de información institucional que tienen las universidades de éste**
7. **Supuesto 7: El EEES tiene influencia en el nivel de cambios que implica éste**
8. **Supuesto 8: El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico**
9. **Supuesto 9: El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos on-line e Internet**
10. **Supuesto 10: El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por éste**

Se trata de contrastar la hipótesis nula de la no-existencia de diferencias significativas entre las medias de dos muestras, en este caso con datos apareados, es decir, con los mismos sujetos en dos situaciones diferentes, en el año 2008 –antes de la implantación del EEES– y en el año 2011 –después de la implantación del EEES–. Esta prueba se ha realizado con MINITAB desde Stat/Basic Statistics/Paired t.

Para constatar las suposiciones anteriores se ha optado por utilizar un diseño de investigación pretest-postest para cada caso. Se ha realizado un test de hipótesis bilateral y paramétrico para muestras dependientes, t de Student, en el que se comparan los resultados obtenidos en el cuestionario realizado por un mismo individuo en dos situaciones diferentes (antes y después de la implementación del EEES, en el año 2008 y en el 2011). Las variables cuantitativas del test son, justamente, los resultados de los cuestionarios 2008 y 2011 a las diez preguntas.

NOTA: Cabe resaltar que en todos los tests de hipótesis se contrastan las MEDIAS de las dos muestras que son objeto de investigación y la inferencia se realiza basándose en los valores de dichos parámetros.

Supuesto 1: El EEES tiene influencia en el uso actual de software matemático-estadístico

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en el uso de software matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, el uso de software matemático-estadístico – antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 1 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 1, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.68.

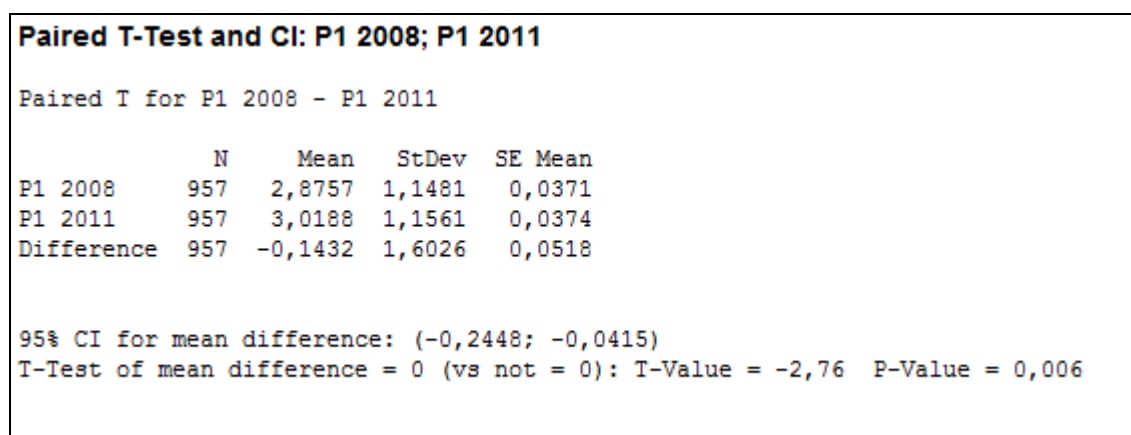


Figura 8.68: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P1

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,006$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, el uso de software matemático-estadístico antes y después de éste, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 1 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta

conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 1 en el 2008 es de 2,88 (que corresponde a un nivel bajo) y en el 2011 es de 3,02 (que corresponde a un nivel medio). Es decir, el uso de software matemático-estadístico es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a aumentar pues, como se observa, la media ha aumentado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso de software matemático-estadístico por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso de software matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

Supuesto 2: El EEES tiene influencia sobre el uso actual de entornos online e Internet

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en el uso actual de entornos online e Internet antes y después de la implantación del EEES.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, el uso actual de entornos online e Internet - antes y después de haberse implantado el EEES- es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 2 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 2, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.69.

Paired T-Test and CI: P2 2008; P2 2011				
Paired T for P2 2008 - P2 2011				
	N	Mean	StDev	SE Mean
P2 2008	957	2,7889	1,1586	0,0375
P2 2011	957	3,3856	1,1319	0,0366
Difference	957	-0,5967	1,6486	0,0533
95% CI for mean difference: (-0,7012; -0,4921)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -11,20 P-Value = 0,000				

Figura 8.69: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P2

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,000$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, el uso actual de entornos online e Internet antes y después de éste, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 2 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 2 en el 2008 es de 2,79 (que corresponde a un nivel bajo) y en el 2011 es de 3,29 (que corresponde a un nivel medio). Es decir, el uso actual de entornos online e Internet es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a aumentar pues, como se observa, la media ha aumentado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso actual de entornos online e Internet por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso actual de entornos online e Internet antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

Supuesto 3: El EEES tiene influencia sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en la integración de las TIC en los procesos de evaluación antes y después de la implantación del EEES.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, la integración de las TIC en los procesos de evaluación –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 3 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 3, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.70.

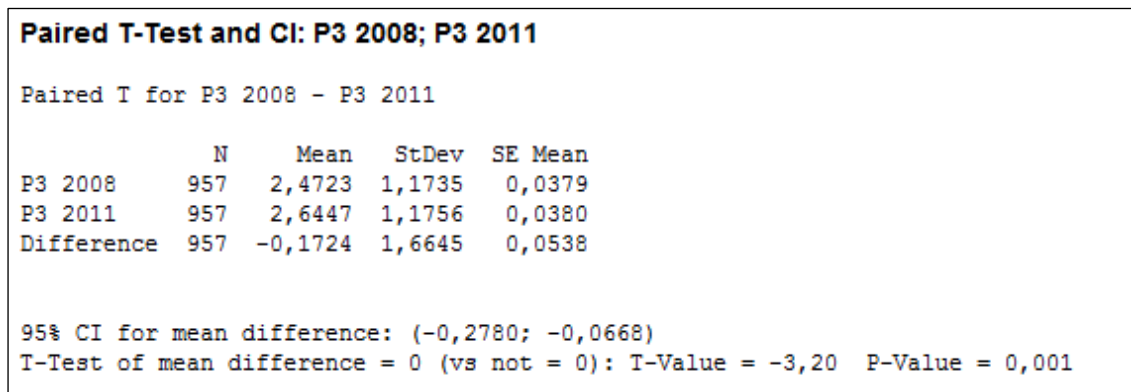


Figura 8.70: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P3

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,001$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, la integración de las TIC en los procesos de evaluación antes y después de éste, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 3 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 3 en el 2008 es de 2,47 y en el 2011 es de 2,64. Es decir, la integración de las TIC en los procesos de evaluación es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a aumentar pues, como se observa, la media ha aumentado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en la integración de las TIC en los procesos de evaluación por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, la integración de las TIC en los procesos de evaluación antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

Supuesto 4: El EEES tiene influencia sobre el uso del material o recursos en inglés

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en el uso del material o recursos en inglés antes y después de la implantación del EEES.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, el uso del material o recursos en inglés –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 4 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 4, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.71.

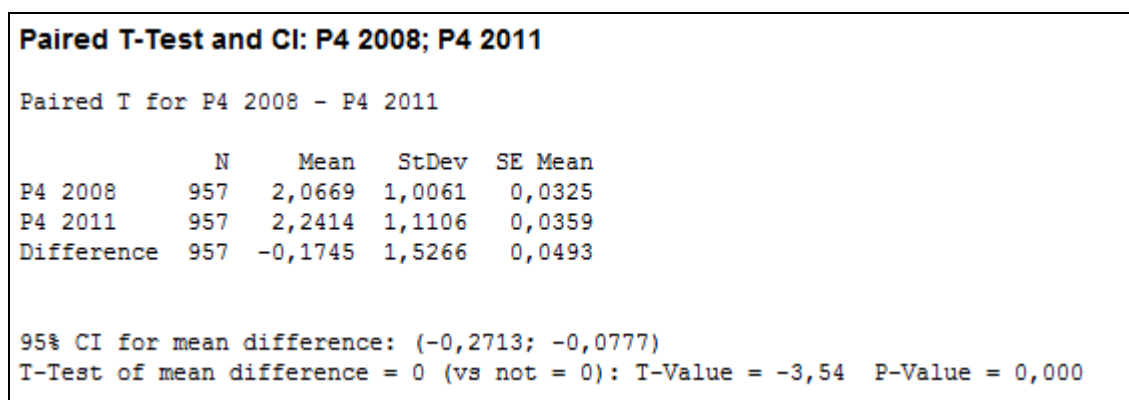


Figura 8.71: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P4

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,000$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, el uso de software matemático-estadístico antes y después de éste, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 4 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 4 en el 2008 es de 2,07 y en el 2011 es de 2'24. Es decir, el uso de software matemático-estadístico es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a aumentar pues, como se observa, la media ha aumentado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso del material o recursos en inglés por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso del material o recursos en inglés antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

5. Supuesto 5: El EEES tiene influencia en el nivel de adaptación de las universidades a éste

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en la adaptación de las universidades al EEES antes y después de la implantación de éste.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, la adaptación de las universidades a éste – antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 5 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 5, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la **Figura 8.72**.

Paired T-Test and CI: P5 2008; P5 2011				
Paired T for P5 2008 - P5 2011				
	N	Mean	StDev	SE Mean
P5 2008	957	2,8997	1,0106	0,0327
P5 2011	957	3,4639	0,9905	0,0320
Difference	957	-0,5643	1,3961	0,0451
95% CI for mean difference: (-0,6528; -0,4757)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -12,50 P-Value = 0,000				

Figura 8.72: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P5

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,000$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, la adaptación de las universidades a éste antes y después de éste, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 5 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 5 en el 2008 es de 2,89 (que corresponde a un nivel bajo) y en el 2011 es de 3,46 (que correspondía a un nivel medio). Es decir, la adaptación de las universidades al EEES es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a aumentar pues, como se observa, la media ha aumentado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en la adaptación de las universidades al EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado éste en las universidades españolas. Es decir, la adaptación de las universidades al EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

6. Supuesto 6: El EEES tiene influencia en el nivel de información institucional que tienen las universidades de éste

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES antes y después de la implantación de éste.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, el nivel de información institucional que tienen las universidades de éste –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 6 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 6, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la **Figura 8.73**.

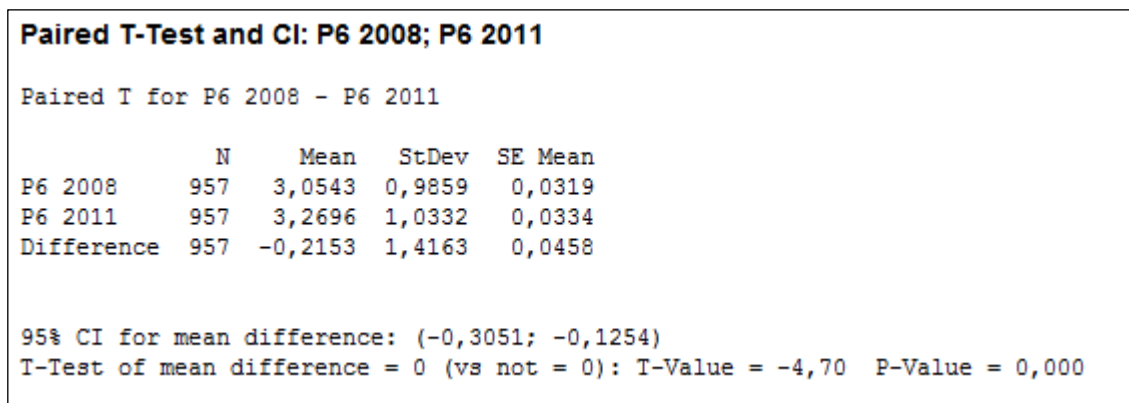


Figura 8.73: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P6

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 (p = 0,000). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, el uso de software matemático-estadístico antes y después de éste, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje

estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 6 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 6 en el 2008 es de 3,05 y en el 2011 es de 3,27. Es decir, el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a aumentar pues, como se observa, la media ha aumentado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el éste en las universidades españolas. Es decir, el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

7. Supuesto 7: El EEES tiene influencia en el nivel de cambios que implica éste

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en el nivel de cambios que implica el EEES antes y después de la implantación de éste.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, el nivel de cambios que implica éste –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 7 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 7, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.74.

Paired T-Test and CI: P7 2008; P7 2011				
Paired T for P7 2008 - P7 2011				
	N	Mean	StDev	SE Mean
P7 2008	957	3,6008	0,9438	0,0305
P7 2011	957	3,4723	0,9410	0,0304
Difference	957	0,1285	1,2885	0,0417
95% CI for mean difference: (0,0468; 0,2103)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 3,09 P-Value = 0,002				

Figura 8.74: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P7

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,002$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, el nivel de cambios que implica éste, antes y después del EEES, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 7 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 7 en el 2008 es de 3,6 y en el 2011 es de 3,47. Es decir, el nivel de cambios que implica el EEES es diferente, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a disminuir pues, como se observa, la media ha disminuido en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en el nivel de cambios que implica el EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado éste en las universidades españolas. Es decir, el nivel de cambios que implica el EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo mayor antes y disminuyendo después de la implantación del EEES.

Supuesto 8: El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 8 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 8, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.75.

Paired T-Test and CI: P8 2008; P8 2011				
Paired T for P8 2008 - P8 2011				
	N	Mean	StDev	SE Mean
P8 2008	957	3,9342	0,8339	0,0270
P8 2011	957	3,9321	0,8742	0,0283
Difference	957	0,0021	1,2205	0,0395
95% CI for mean difference: (-0,0753; 0,0795)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 0,05 P-Value = 0,958				

Figura 8.75: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P8

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es mayor que 0,05 ($p = 0,958$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico, antes y después de éste, es significativamente igual con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 8 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son iguales. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 8 en el 2008 es de 3,9342 y en el 2011 es de 3,9321. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico es igual, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a mantenerse estable pues, como se observa, la media no se ha modificado en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que no existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico, antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES no es diferente, siendo igual antes y después de la implantación del EEES.

Supuesto 9: El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos online e Internet

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet antes y después de la implantación del EEES.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 9 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 9, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la

Figura 8.76.

Paired T-Test and CI: P9 2008; P9 2011				
Paired T for P9 2008 - P9 2011				
	N	Mean	StDev	SE Mean
P9 2008	957	3,9216	0,8227	0,0266
P9 2011	957	3,9885	0,8200	0,0265
Difference	957	-0,0669	1,1917	0,0385
95% CI for mean difference: (-0,1425; 0,0087)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -1,74 P-Value = 0,083				

Figura 8.76: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P9

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es mayor que 0,05 ($p = 0,083$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, el uso de software matemático-estadístico antes y después de éste, es significativamente igual con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 9 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son iguales. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 9 en el 2008 es de 3,92 y en el 2011 es de 3,98. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet es igual, con un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a mantenerse estable pues, como se observa, la media se ha mantenido estable en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que no existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet antes y después de la implantación del EEES no es diferente, siendo igual antes y después de la implantación del EEES.

10. Supuesto 10: El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por éste

El objetivo de este test es responder a la pregunta de si existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES antes y después de la implantación de éste.

El planteamiento del test es el siguiente:

Dependiendo de la implantación del EEES, la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por éste –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

De hecho, estadísticamente hablando y ya que se trata de un test paramétrico en el que se comparan las medias de las respuestas de la pregunta 10 en el 2008 y en el 2011, el planteamiento del test es como sigue:

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 10, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

La aplicación del paquete estadístico a los datos ha permitido obtener los resultados de la **Figura 8.77**.

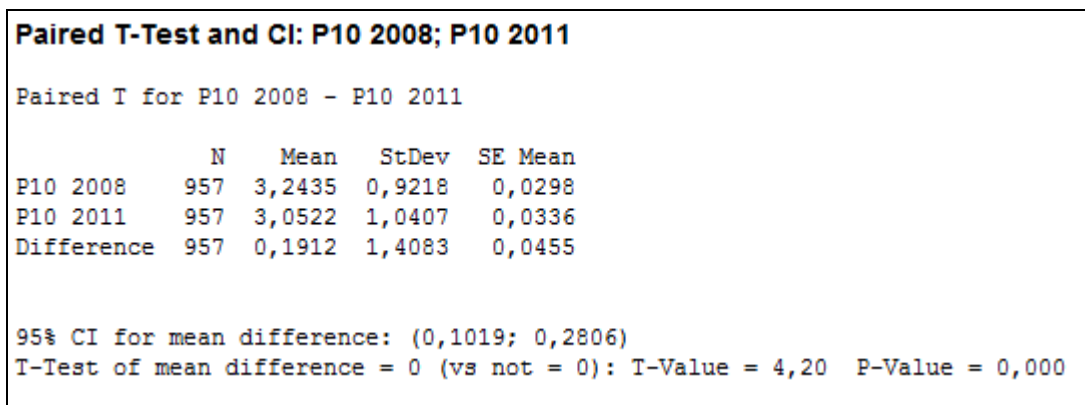


Figura 8.77: Resultados obtenidos con Minitab después de aplicar el test de hipótesis t de Student para muestras dependientes a los datos recogidos de los cuestionarios a la pregunta P10

Es decir, bajo estas hipótesis, y a un nivel de significación del 95%, el test paramétrico para muestras dependientes t de Student muestra que p es menor que 0,05 ($p = 0,000$). Por tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que afirma que, en función de haberse implantado el EEES, la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por éste antes y después del EEES, es significativamente diferente con un nivel de significación del 95%. Esto se traduce, en lenguaje estadístico, en que las medias de las respuestas obtenidas por los profesores en la pregunta 10 antes y después de haberse implantado el EEES (en el 2008 y en el 2011) son diferentes. Esta conclusión es coherente con los resultados obtenidos, pues se observa que la media de la pregunta 10 en el 2008 es de 3,24 y en el 2011 es de 3,05. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES es diferente, con

un nivel de significación del 95%, y tiene tendencia a disminuir pues, como se observa, la media ha disminuido en el 2011 respecto del 2008.

Por tanto, a partir de los resultados, se puede afirmar lo siguiente:

Hay evidencia estadística de que existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado éste en las universidades españolas. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo mayor antes y disminuyendo después de la implantación del EEES.

5. Cumplimiento de las preguntas de la investigación

Respecto a las preguntas de investigación, se ha respondido de la siguiente manera:

1. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el uso de *software* matemático-estadístico?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso de *software* matemático-estadístico por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso de *software* matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES. Concretando, **podemos afirmar que el nivel de uso de *software* matemático-estadístico ha aumentado desde el año 2008 al 2011 y actualmente es alto o muy alto** pues es ésta la opción mayoritaria en la edición 2011(37%), mientras que en 2008 la mayoría de los encuestados declaraban un nivel bajo o muy bajo (37%) y esta respuesta (la de nivel bajo o muy bajo) ha disminuido en la edición 2011 (ha pasado a ser del 33%).

2. La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre el uso de entornos online e Internet?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso actual de entornos online e Internet por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso actual de entornos online e Internet antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES. Es decir,

sucede exactamente igual que en la pregunta anterior pero más acentuado. **Se puede afirmar que el nivel de uso de entornos online e Internet ha aumentado desde el año 2008 al año 2011 y actualmente es alto o muy alto** (un 51% de los encuestados en 2011 así lo declaran). Además es de destacar que en 2008, casi el 42% de los encuestados respondieron que el nivel de uso de entornos online e Internet era bajo o muy bajo y en la edición del 2011, este porcentaje ha disminuido en un 22% (en 2011 es de casi el 20%).

3. La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en la integración de las TIC en los procesos de evaluación por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, la integración de las TIC en los procesos de evaluación antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES. Concretando, el nivel de integración de las TIC en la evaluación ha variado pero, eso sí, no excesivamente en los tres años; **se puede afirmar que la integración de las TIC en la evaluación ha aumentado a lo largo del periodo de la investigación un poco su uso aunque actualmente el nivel es bajo o muy bajo** (en 2008, el 56% de los encuestados –la mayoría– manifestaron que su uso era bajo o muy bajo y, en 2011, la mayoría de los participantes –un 48%– afirmó que su uso era bajo o muy bajo). Y también es cierto que hay un 8% que ha variado de opción entre ambas ediciones y este porcentaje se distribuye a partes iguales entre la respuesta medio y alto o muy alto.

4. La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre el uso de material o recursos en inglés?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso del material o recursos en inglés por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso del material o recursos en inglés antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES. En este caso, sucede igual que en la pregunta 3: **Se puede afirmar que el nivel de uso de material o recursos en inglés continúa siendo bajo o muy bajo pero ha aumentado** (en 2008, lo afirmaron un 70% de los encuestados y en 2011, lo han hecho un 65% pero, igualmente, en ambas ediciones ésta es la respuesta mayoritaria). Sí es cierto que en este caso sólo hay un 5% de variación y éste porcentaje se ha pasado casi por completo a la respuesta alto o muy alto por lo que se puede afirmar que el nivel de uso de materiales o recursos en inglés es bajo pero parece que la tendencia es a aumentar, aunque sea muy ligeramente.

5. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de adaptación de las universidades al EEES?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en la adaptación de las universidades al EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado éste en las universidades españolas. Es decir, la adaptación de las universidades al EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES. Esto es, **el nivel de adaptación al EEES sí que ha tenido un cambio significativo aumentando al cabo de los tres años y actualmente el nivel de adaptación es alto o muy alto**, cosa que parece lógica. Fijémonos que en el año 2008, las respuestas mayoritarias eran nivel bajo o muy bajo con un 34,4% de las respuestas y nivel medio con 37%. En cambio, en la edición del 2011, la respuesta mayoritaria es nivel alto o muy alto con un 51% y la respuesta minoritaria, en este caso, es la del nivel bajo con un 16%.

6. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el éste en las universidades españolas. Es decir, el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES. Concretando, en esta pregunta la respuesta mayoritaria, en la edición 2008, es nivel medio pero seguida muy cercana de la respuesta nivel alto o muy alto, la distancia entre medio y alto/muy alto es de un 5%. En cambio, en la edición del 2011, la respuesta mayoritaria es nivel alto o muy alto, con un 46%, y con gran distancia –del 15%– de la respuesta nivel medio. Por tanto, **el nivel de información institucional sobre el EEES se puede decir que ha aumentado entre el año 2008 y el 2011 y que, en general, es alto o muy alto**.

7. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de cambios que implica el EEES?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en el nivel de cambios que implica el EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado éste en las universidades españolas. Es decir, el nivel de cambios que implica el EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo mayor antes y disminuyendo después de la implantación del EEES. Esto es, **el nivel de cambios que implica el EEES es alto o muy alto, en ambas ediciones pero ha disminuido ligeramente en el periodo de la investigación**. Fijémonos que, en el año 2008, el nivel de cambios era alto o muy alto con un 60% de las respuestas; ahora bien, en el 2011, la opción nivel alto o muy alto también es la mayoritaria pero con un 53% de respuestas. Esto se puede deber a que inicialmente, en el 2008, las expectativas que se tenía sobre los cambios que el EEES comportaría eran alto o muy alto y estas expectativas eran seguidas por el 60% de los profesores.

En cambio, en el 2011, una vez implantado el EEES, una vez ya se sabe qué cambios comportará la implantación del EEES, ha disminuido en un 7% el número de profesores que opinan que el nivel de cambios del EEES es alto o muy alto.

8. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de *software* matemático-estadístico?

No. A un nivel de significación del 95% ($p > 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que no existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de *software* matemático-estadístico, antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de *software* matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES no es diferente, siendo igual antes y después de la implantación del EEES. Observemos que en esta pregunta **se puede afirmar que la valoración personal sobre el uso de *software* matemático-estadístico de los encuestados es positivo o muy positivo**, ya que la respuesta en ambas ediciones es dicha opción (73% en los dos casos) **y no varía a lo largo de los tres años en que se ha realizado la investigación.**

9. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos online e Internet?

No. A un nivel de significación del 95% ($p > 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que no existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre el uso de entornos online e Internet antes y después de la implantación del EEES no es diferente, siendo igual antes y después de la implantación del EEES. En este caso sucede lo mismo que en la pregunta 8: **Se puede afirmar que la valoración personal sobre el uso de entornos online e Internet de los encuestados es positivo o muy positivo**, ya que la respuesta en ambas ediciones es esta opción (74% y 78%, respectivamente) **y no varía a lo largo de los tres años.**

10. La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES?

Sí. A un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$), podemos afirmar que hay evidencia estadística de que existen diferencias en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES por parte de los profesores antes y después de haberse implantado éste en las universidades españolas. Es decir, la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES antes y después de la implantación de éste es diferente, siendo mayor antes y disminuyendo después de la implantación del EEES. En cambio, **la valoración personal sobre los cambios que motivan el EEES de los encuestados ha disminuido de una edición a otra.** Esto es, aún siendo **la valoración mayoritaria de los participantes en la encuesta como positiva o muy positiva**, en el año 2008 fue de 41% y en el 2011 fue de 36%.

Esto se puede deber a que, inicialmente (en el año 2008), los docentes esperaban que el EEES produjera un cambio mayor del que realmente se ha hecho y esto se ve reflejado en las respuestas a la edición del 2011.

CUADRO-SÍNTESI DEL CUMPLIMIENTO DE LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

PREGUNTA	RESPUESTA	PERIODO 2008-2011	NIVEL ACTUAL (2011)
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el uso de <i>software</i> matemático-estadístico?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre el uso de entornos online e Internet?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación?	Sí	Aumenta	Bajo/Muy bajo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre el uso de material o recursos en inglés?	Sí	Aumenta	Bajo/Muy bajo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de adaptación de las universidades al EEES?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de cambios que implica el EEES?	Sí	Disminuye	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de <i>software</i> matemático-estadístico?	No	Estable	Positivo/Muy positivo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos online e Internet?	No	Estable	Positivo/Muy positivo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES?	Sí	Disminuye	Positivo/Muy positivo

Referencias

Blanco, L. J., Garrote, M., Hidalgo, M. J. (2004). "Dificultades en el aprendizaje de las desigualdades e inecuaciones". SUMA Revista sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, nº 46, pp. 37-44

- Faulín, J, Juan, A. A., Sedano, M., Terrádez, M., Vila, A. (2002) ¿Cómo aprender estadística en un entorno virtual? La experiencia de la UOC con Minitab. UOC. [Fecha de consulta: 05/04/11] http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/FT_estadistica.pdf
- Juan, A. A., López, A., Sedano, M., Vila, A. (2003). Contraste de hipótesis de dos poblaciones [artículo en línea]. IN-3. UOC. Proyecto e-math. [Fecha de consulta: 05/04/11] http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/CH_2Pob.pdf
- Pértega, S. et Pita, S. (2001). Métodos paramétricos para la comparación de dos medias. t de Student. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña (España) CAD ATEN PRIMARIA 2001; 8: 37-41. [Fecha de consulta: 05/04/11] http://www.fisterra.com/mbe/investiga/t_student/t_student.htm

Buenas prácticas en MEL

“Una vez que la tecnología ha pasado como una aplanadora, si uno no forma parte de la aplanadora, necesariamente forma parte del camino por donde ella pasó” (Negraponte, 1995)

1. Introducción

Una vez analizado el marco teórico y contextual de la investigación así como presentada la metodología empírica de la tesis, el proyecto MEL y sus resultados es ahora el momento de dar un paso más en la parte del estudio: la que aborda las buenas prácticas acerca del e-learning de las matemáticas.

Se proponen en este trabajo un conjunto de reflexiones sobre buenas prácticas, a modo de recomendaciones y consejos, para todos los docentes que imparten las asignaturas matemáticas y para los que su labor esté relacionada de alguna manera con este saber (esto es, alumnos y personas interesadas en general). Consideramos que aunque no se eliminen las dificultades que comporta el aprendizaje y enseñanza de esta importante disciplina del saber para los estudiantes y, por qué no, para el docente desde el punto de vista de la dificultad de enseñarla y ser entendida por los alumnos, presentamos un conjunto de pautas a tener en cuenta basadas en: a) las secciones previas de la investigación y b) nuestros años de experiencia, los cuales nos han ayudado a mejorar la forma de enseñar online las asignaturas matemáticas.

2. Tres importantes buenas prácticas

Primera buena práctica: **Rediseño de las titulaciones de forma global, usando un sistema “top-down”**.

Este proceso está orientado a determinar los contenidos concretos que cada área de conocimiento debe cubrir (obviamente, una de esas áreas son las matemáticas). Es un proceso de arriba hacia abajo (top-down) en el sentido de que se inicia con la descripción de las habilidades generales y conocimientos que un profesional de ingeniería informática tendrán que desarrollar en su actividad

profesional y luego seguido por la determinación de las áreas donde las capacidades y el conocimiento puede ser adquirido.

En el caso de la UOC, todo el proceso fue desarrollado por el equipo de trabajo donde el personal de diferentes disciplinas trabajaron juntos para intercambiar puntos de vista. Finalmente, los resultados de este análisis se compararon con los resultados obtenidos por otras universidades con estudiantes que tenían un perfil similar al del la UOC. Después de esta última comparación, se obtuvo un nuevo programa académico definido por el cuerpo docente de toda la UOC estudios de ciencias de la computación. En la siguiente etapa, los profesores de matemáticas con la ayuda de profesores de otras disciplinas como los de la creación de redes, bases de datos, programación, simulación por ordenador, la criptografía, etc - siguió el enfoque de arriba hacia abajo agregando más detalles de los planes de estudio de matemáticas propuesto. Por lo que se refiere a los contenidos de matemáticas se concretó, dando prioridad a aquellos contenidos que sirven como herramientas necesarias para el desarrollo de otras áreas del conocimiento. Se hizo un gran esfuerzo para relacionar los usos específicos y aplicaciones de los conceptos matemáticos y técnicas con otras disciplinas de la ingeniería informática. De esta manera, se elaboró un mapa de las habilidades necesarias y el contenido de su construcción. El contenido final puede agruparse en los siguientes temas principales (Figura 9.1):

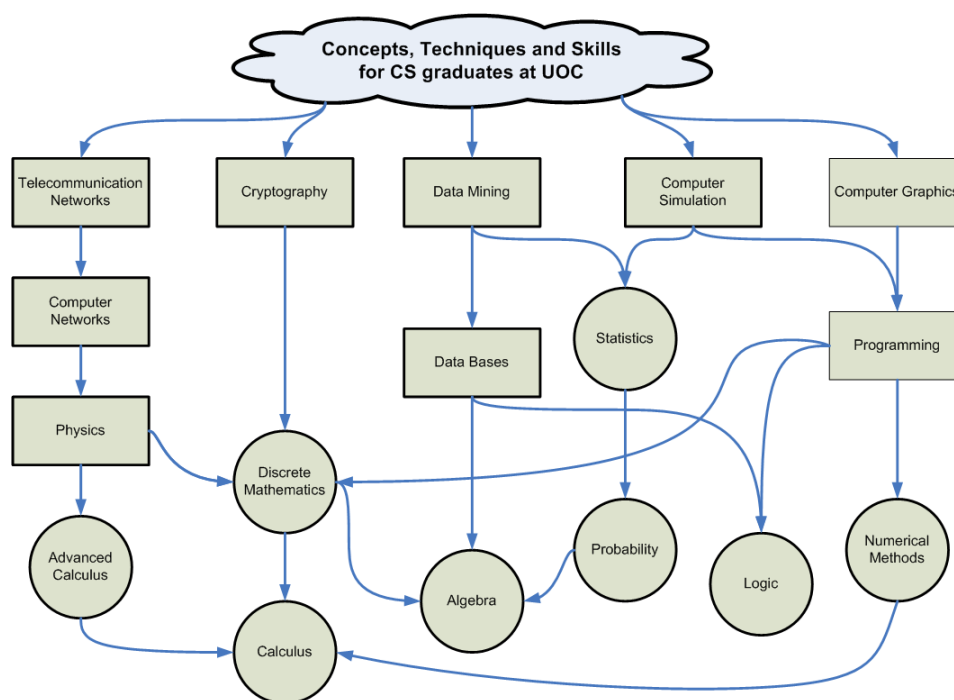


Figura 9.1: Redefinición de todas las áreas de conocimiento según un enfoque “top-down”, i.e.: partiendo y dando prioridad a los conceptos, competencias y habilidades que ha de tener un estudiante al final de su titulación y descendiendo hasta las asignaturas del principio (instrumentales)

Segunda buena práctica: **Utilización de los LMS (Sistemas de Gestión del Aprendizaje)**

Hoy en día, varios sistemas de gestión de e-learning (LMS) o sistemas de aprendizaje de gestión de contenidos están disponibles a través de Internet. Probablemente los tres LMS más difundidos entre las universidades de todo el mundo son Blackboard / WebCT, Moodle y Sakai. La **Tabla 9.1** proporciona una lista con algunos de los LMS más populares disponibles en la actualidad, sus direcciones web asociados, licencias de distribución, y los ejemplos de universidades que los emplean.

Algunos de estos LMS se ofrecen bajo una licencia comercial, mientras que otros son de código abierto y ofrece bajo una licencia GNU Public License (GPL) o una licencia similar. En cualquier caso, la mayoría de ellos presentan capacidades sobresalientes para la enseñanza y el aprendizaje en línea y son relativamente fáciles de instalar, mantener, personalizar y usar.

Tabla 9.1: Principales LMS usados actualmente en diferentes universidades

Plataforma	Website	Licencia	Ejemplos de universidades
ATutor	http://atutor.ca	GPL	Honolulu University Online Athabasca University
WebCT	http://www.blackboard.com/us/index.bbb	Commercial	University of Alberta University of Central Florida Georgia State University
Desire2Learn	http://www.desire2learn.com/	Commercial	Columbia College Nottingham Trent University University of West Florida
Claroline	http://www.claroline.net/	GPL	University of Zagreb Université Catholique de Louvain
ILIAS	http://www.ilias.de/index.html	GPL	University of Cologne Universidad de Jaén
LON-CAPA	http://www.lon-capa.org/	GPL	Michigan State University Ohio University
Moodle	http://moodle.org/	GPL	Open University University of Essex University of Glasgow
OLAT	http://www.olat.org/website/en/html/index.html	Apache License	University of Zurich
Sakai	http://www.sakaiproject.org/portal	Educational Community License	University of Virginia Indiana University Stanford University
eCollege	http://www.ecollege.com/index.learn	Commercial	DeVry University Stanford University
Fronter	http://webfronter.com/fronter3/info/	Commercial	University of Cambridge University of Vienna
Scholar360	http://www.scholar360.com/	Commercial	California Coast University
TrainCaster	http://www.traincaster.com/	Commercial	Brown University Roger Williams University

Tercera buena práctica: **Integración de recursos online en planes docentes**

Estos sistemas de LMS constituyen un recurso excepcional para las universidades, colegios y escuelas con el fin de ofrecer cursos en línea y grados. Permiten la aplicación en los campus online donde los estudiantes, profesores y personal administrativo pueden reunirse, compartir información y realizar casi cualquier tipo de actividades relacionadas con el académico, desde el registro a la participación en foros de discusión o evaluación.

En cuanto a las áreas de Estadística y Matemáticas, la lista de recursos de aprendizaje online disponibles gratuitamente podría ser interminable. Durante los últimos años, las tecnologías como ADSL han aumentado significativamente las velocidades de comunicación a través de Internet, permitiendo a los usuarios compartir archivos multimedia (por ejemplo: el *streaming* de vídeo). Por otro lado, un creciente número de universidades están comenzando a ofrecer parte de sus materiales de aprendizaje de forma gratuita a través de Internet, en los programas de los llamados cursos abiertos. La **Tabla 9.2** proporciona una lista de algunos sitios web que ofrecen una buena colección de recursos de aprendizaje estadístico o matemático y recursos de investigación.

Tabla 9.2: Lista de algunos sitios web y su descripción

Nombre	Website	Pequeña descripción
INFORMS OR/MS Resource Collection	http://www2.informs.org/Resources	Contiene referencias a distintos aspectos de la E/IO, entre ellas: empresas, programas de ordenador, conferencias, cursos, publicaciones, recursos académicos, etc
ORMS Related Internet Resources	http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-links.html	Contiene referencias a distintos aspectos de la E/IO, incluyendo: organizaciones, revistas, compañías de software, departamentos de universidades, etc
University of Delaware Library	http://www2.lib.udel.edu/subj/opre/interne_t.htm	Contiene referencias a distintos aspectos de la E/IO, que incluyen: referencias generales, institutos y organizaciones, etc
MIT OpenCourseWare Mathematics	http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm#Mathematics	Contiene los materiales (lecturas, ejercicios, etc) relacionados con los cursos ofrecidos por el Departamento de Matemáticas en el Instituto de Tecnología de Massachusetts
MIT OpenCourseWare Management	http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Sloan-School-of-Management/	Contiene los materiales (lecturas, ejercicios, etc) relacionados con los cursos ofrecidos por la Sloan School of Management en el Instituto de Tecnología de Massachusetts
Statistics Resources by Stephen Soldz	http://www.soldzresearch.com/statisticsresources.htm	Contiene una colección de recursos estadísticos que han ido acumulando y seleccionados por Stephen Soldz (Boston Escuela de Graduados de Psicoanálisis)
The World Wide Web Virtual Library: Statistics	http://www.stat.ufl.edu/vlib/statistics.html	Contiene referencias a los diferentes aspectos de la estadística: departamentos, recursos de aprendizaje, publicaciones, software, etc
Wolfram MathWorld	http://mathworld.wolfram.com/	Contiene recursos de aprendizaje asociados a las áreas de conocimiento relacionadas con matemáticas

n

3. Cuarta buena práctica: Las matemáticas en el EEES

Enseñar, en general, y enseñar matemáticas en particular son áreas de gran importancia en la sociedad contemporánea. En el campo de las matemáticas dentro de los futuros estudios, como en la mayor parte del panorama universitario, nos encontramos en un momento de gran incertidumbre. En general, la estructuración curricular de las materias cuantitativas roza la indefinición; es difícil poder atisbar alguna dirección concreta salvo la de los bloques temáticos y los contenidos formativos mínimos que aparecen en los **Libros Blancos** (http://www.aneca.es/modal_eval/conver_docs_titulos.html) publicados por ANECA en que no deparan ninguna sorpresa sobre lo ya existente.

La puesta en marcha de los nuevos planes de estudios, dentro del marco del EEES, ha de ir acompañada de la renovación pedagógica y reestructuración curricular que dimana de la Declaración de Bolonia (<http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>). Nos planteamos el ofrecer a nuestros alumnos unos conocimientos y hábitos básicos que, de alguna manera, les sirvan para completar su formación, les resulten atractivos y no actúen como una sobrecarga de trabajo. Asimismo, también queremos potenciar el acercamiento de los estudiantes a los recursos y materiales disponibles en las universidades y a las técnicas de conexión entre las TIC y las matemáticas.

Por parte de los profesores también será necesario un cambio en la metodología y en la evaluación del aprendizaje. Está claro que no se puede modificar el número de créditos ECTS pero sí especificar los objetivos, concretar las actividades de los alumnos y modificar los métodos docentes y sistemas de evaluación tradicionales.

Uno de los principales obstáculos con los que se encuentra el docente de una asignatura matemático-estadística es captar el interés del alumno; si consigue esto, a lo largo del curso se debe intentar que este interés no decaiga, de forma que si bien es difícil “engancharlo” al alumno, más difícil es “mantenerlo” pendiente durante el curso. En este sentido, si existiera más conexión entre profesor-alumno y se estableciera una “comunicación” mejor entre ellos (siendo ideal para esto las horas de tutoría) se ganaría bastante. Además, el trabajo de “copiar” los apuntes se le puede facilitar proporcionándole todo el material necesario, tanto teórico –en forma de material impreso: módulos, libros...– como práctico –en forma de *software* y actividades dirigidas–.

Por tanto, los cambios también repercutirán en las tutorías. El EEES contempla la implantación de un **Plan de Acción Tutorial** (<http://www.mec.es/univ/proyectos2004/EA2004-0160.pdf>) para conseguir una enseñanza integral e individualizada. En este caso, el plan de acción tutorial estará basado en dos pilares fundamentales: por un lado lograr la integración a nivel académico y personal en la universidad y por otro evitar el sentimiento de aislamiento y soledad de la enseñanza y el aprendizaje online o a distancia.

Respecto a las actividades a desarrollar por el alumnado se pretende alcanzar, entre otros, los siguientes objetivos:

- Incorporación de las TIC.
- Potenciación de la capacidad investigadora mediante la propuesta de prácticas.
- Fomento de las aptitudes para los trabajos en grupo y la exposición de opiniones personales mediante el foro de la aula.
- Conexión con la realidad laboral.

El aprendizaje no sólo se ha de desarrollar en el aula, como comúnmente se venía haciendo: El EEES impone la adaptación de la función docente a nuevos escenarios para la innovación en el aprendizaje. El **Plan de Calidad de las Universidades** (<http://universidades.universia.es/info-general/calidad/planes.htm>), inscrito en el desarrollo del EEES está abriendo un nuevo escenario en nuestro país en el que adquieren especial importancia las TIC. Esta situación, que afecta a toda la comunidad universitaria, implica un nuevo paradigma, tanto para el docente como para el alumno, y exige la introducción de nuevos modelos donde la cooperación entre los participantes y la necesidad de “aprender a aprender” a lo largo de la vida se sitúan en primer plano.

Así, a medida que se implanta el EEES, los escenarios de aprendizaje van cambiando y uno de los fundamentales en las matemáticas es el *software* matemático-estadístico¹. Con la elección de estos nuevos “asistentes matemáticos” no sólo se ofrecen nuevas fuentes de información sino también apoyo de la planificación educativa y, además, se promueve la participación de los profesores en la selección de los recursos adaptados a las nuevas necesidades pedagógicas:

- **Software matemático-estadístico** tal como *Mathcad* (www.mathcad.com), *Wiris* (www.wiris.com), *Matlab* (<http://www.mathworks.com/products/matlab/>), *Mathematica* (<http://www.wolfram.com/products/mathematica/index.html>), *Minitab* (<http://www.minitab.com/>), *SPSS* (<http://www.spss.com/es/>) ...: El uso de este *software* resulta completamente necesario en el desarrollo de cualquier asignatura matemático-estadística puesto que en ellos se desarrollará gran parte del trabajo que los futuros titulados realizarán y que, ahora, se encuentran como alumnos.
- **Los recursos en Internet:** Al igual de lo que ocurre con el *software* matemático, es de vital importancia concienciar al alumno de la necesidad de usar frecuentemente los recursos matemático-estadísticos presentes en Internet. La dificultad de “pérdida entre la información” que puede plantear el primer contacto con éstos puede llevar al alumno a problemas que, en principio, parecen insalvables. Pero, afortunadamente, la figura del profesor como guía es una solución al alcance del alumno. Es el profesor quien debe ofrecer la información necesaria para realizar una correcta búsqueda y uso de Internet.

¹ Recordemos que la tesis centra su estudio en el sentido amplio de las matemáticas y que éste abarca todas sus ramas tales como la estadística, la Investigación Operativa, etc.

En el marco del EEES, la actividad del profesor en el aula –ya sea ésta presencial o virtual– consistirá básicamente en: la de guía, mediador y facilitador del aprendizaje de las matemáticas. Para ello se proporcionará al alumno una serie de actividades que se recogen en la siguiente **Tabla 9.3**:

Tabla 9.3: Actividades del profesor que se debe ejercer en el EEES

TAREA	ACTIVIDAD DEL PROFESOR
Elaboración de las GES ²	Planificar semanalmente, con detalle, el curso basado en tres sesiones semanales donde se resumen las tareas a desarrollar a lo largo de cada una de las sesiones. Esta planificación es orientativa y se suministra para guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje.
Elaboración del Plan Docente	Plasmear por escrito y detalladamente todos los aspectos significativos del curso (metodología, evaluación, fechas importantes...)
Elaboración de las PECs ³	Preparar una serie de Pruebas de Evaluación Continua para distribuirlas a lo largo del curso académico que les sirva al alumno como guía de cara a asimilar lo más significativo de los módulos impresos, para preparar el examen final y la práctica virtual y, además, su puntuación contabiliza en la nota de la asignatura.
Elaboración del calendario académico	Planificar un reparto correcto de los temas a estudiar, de las pruebas a realizar, de la publicación y entrega de las PECs y del examen final y la práctica virtual a lo largo del curso.
Elaboración de los mensajes significativos para el alumno	Anunciar novedades o comunicar comentarios importantes a los alumnos ya sea vía carta, correo electrónico o
Elaboración de la Práctica virtual y el Examen Final Presencial	Preparar la práctica virtual y las diferentes versiones del examen final (presencial) cuyas calificaciones se combinan.
Acción de tutoría	“Acompañar” al alumno en el curso.
Respuestas a dudas y consultas	Ya sea mediante mensajes vía foro o vía el correo personal, se trata de resolver dudas planteadas por los alumnos.
Búsqueda en la Red de casos prácticos reales y bibliografía	Plantear situaciones que pueden darse y que hagan referencia a la parte tratada en el módulo y colaborar en la interpretación de los resultados. También hace referencia a las posibilidades de ampliación del temario.
Calificar	Corregir las pruebas de los alumnos, valorar la participación del estudiante en el aula, comprobar que el alumno domina suficientemente los aspectos fundamentales de la asignatura. Por último, introducir las notas en el aplicativo TIC.

4. Aportaciones a la presencia matemática en los estudios de GRADO en el marco del EEES

4.1. Consideraciones generales

De entrada, las matemáticas parecen idóneas para la definición de unos contenidos comunes en los diferentes estudios (informática, física, ingeniería, economía, etc.) que incluyan una serie de nociones fundamentales.

² En adelante, denominaremos GES a las Guías de Estudio. GES es el acrónimo de Guía de Estudio correspondiente a cada uno de los diferentes módulos que forman el material de estudio y que son generadas por los propios profesores de la asignatura.

³ PECs, acrónimo de Pruebas de Evaluación Continua que idean y generan los profesores de la asignatura.

Opinamos que se podría alcanzar un acuerdo sobre una lista de materias que con toda seguridad deben estar incluidas (álgebra lineal, cálculo/análisis) o que debieran estar incluidas (probabilidad/estadística, cierta familiaridad con la utilización matemática de un ordenador) en cualquier título universitario científico o técnico, se trataría de la parte “troncal común básica”. En el caso de algunos temas especializados, como física matemática, sin duda habrá variaciones entre países e incluso entre universidades del mismo país, sin que deba deducirse ninguna diferencia de calidad entre los distintos planes de estudios.

Consideramos que también es importante que se mantenga una variedad en lo que sea adicional a la parte troncal común básica, tanto para la eficiencia del sistema educativo como desde el punto de vista social, con objeto de conseguir atender a las demandas del mayor número posible de alumnos potenciales. Nos afirmamos que la fijación de una única definición de los contenidos, las destrezas y los niveles para la totalidad de la educación superior europea excluiría del sistema a muchos estudiantes y, en conjunto, resultaría contraproducente.

Asimismo, deberá existir la parte adicional. No sólo pensamos que los distintos planes pueden diferir, sino que estamos convencidos de que, para reflejar la diversidad de las matemáticas y de sus relaciones con otros campos, se deberían desarrollar en las diferentes instituciones todo tipo de segundos ciclos diferentes en matemáticas, aprovechando en particular los aspectos en los que más destaque cada institución.

No obstante, la idea de una troncalidad básica matemática debe combinarse con un sistema de acreditación. Coincidimos con la Declaración de Bolonia en que, con el objetivo de reconocer que un programa de una asignatura matemático-estadístico dentro de unos estudios concretos cumple con los requisitos, hay que comprobar tres aspectos:

- Una lista de contenidos.
- Una lista de destrezas o competencias.
- El nivel del dominio de los conceptos.

No es posible reducir estos aspectos a una simple escala sino que, para conceder la acreditación a la asignatura, es imprescindible un análisis por parte de un grupo de evaluadores académicos, de los cuales la mayor parte deberían ser matemáticos. No obstante, sí pensamos que los aspectos clave a ser evaluados deberían ser:

- El plan de estudios en su conjunto.
- Las unidades o asignaturas matemático-estadísticas (tanto en contenido como en nivel).
- Los requisitos de acceso al plan.
- Los objetivos del aprendizaje (las destrezas y el nivel alcanzado).
- Una evaluación cualitativa tanto por los graduados como por quienes les contratan.

También opinamos que no se necesita un sistema de acreditación europeo, sino que las universidades, buscando el reconocimiento, actuarán a nivel nacional. Para que este reconocimiento tenga valor internacional, parece necesario que entre los evaluadores se incluyan matemáticos de otros países.

4.2. Troncalidad común básica matemática

Como ya hemos apuntado anteriormente, no creemos que sea necesario, ni siquiera oportuno, fijar una lista detallada de los temas a cubrir. Sin embargo, opinamos que es posible dar algunas directrices sobre el contenido común que deberían tener las asignaturas matemático-estadísticas, y, lo que es más importante, sobre las destrezas que, al finalizarlas, se deberían poseer.

Contenidos

Estudios basados en la teoría y estudios basados en la práctica

Destacamos la propuesta de los estudios universitarios del Reino Unido en que conviven dos modalidades. Podemos llamarlos, siguiendo a la QAA (<http://www.qaa.ac.uk>): estudios basados en la teoría y estudios basados en la práctica.

Los graduados en planes de estudios basados en la teoría tendrán conocimiento y comprensión de los resultados de varios de los campos más importantes de las matemáticas. Siguiendo los mismos estudios de la QAA, ejemplos de tales campos serían el álgebra, el análisis, la geometría, la teoría de números, las ecuaciones diferenciales y la teoría de la probabilidad y estadística. Sobre este conocimiento y esta comprensión se apoyarán el conocimiento y la comprensión de los métodos y técnicas matemáticos, otorgándoles un contexto matemático bien fundamentado.

Los graduados en planes de estudios basados en la práctica también tendrán conocimiento de los resultados de varios campos matemáticos, pero este conocimiento normalmente estará diseñado para apoyar la comprensión de modelos y de cómo pueden aplicarse. Además de los mencionados anteriormente, estos campos incluirán el análisis numérico, la investigación operativa, las matemáticas discretas, la teoría de juegos y algunos otros (se sobreentiende que estos campos también pueden estudiarse en las enseñanzas más teóricas).

Asimismo, opinamos que es necesario que todos los titulados conozcan al menos una de las más importantes áreas de aplicación de las matemáticas, en la que el uso de las matemáticas sea esencial para entender verdaderamente la materia. La naturaleza y la forma en que se estudia esta área de aplicación puede variar en función de si el plan de estudios está basado en la teoría o en la práctica. Algunas de las posibles áreas de aplicación podrían ser la física, la astronomía, la química, la biología, la ingeniería, la informática, las tecnologías de la información y la comunicación, la economía, las finanzas y muchas otras.

En cualquier caso, todos los planes incluirán un número importante de asignaturas con contenido matemático. De este modo, opinamos que la parte común de todos los planes debe incluir:

- Cálculo en una y varias variables reales.
- Álgebra lineal.

En esencia, los alumnos han de conocer las áreas básicas de las matemáticas, no sólo las que históricamente han guiado la actividad matemática, sino también otras de origen más reciente. En consecuencia, tendrán que conocer la mayoría de las siguientes materias, y preferiblemente todas:

- Ecuaciones diferenciales a nivel básico.
- Funciones de variable compleja a nivel básico.
- Probabilidad básica.
- Estadística básica.
- Métodos numéricos, nivel básico.
- Geometría de curvas y superficies a nivel básico.
- Principales estructuras algebraicas.
- Matemática discreta básica.

No es necesario que estos temas se aprendan en asignaturas o módulos individuales que cubran en profundidad y desde un punto de vista abstracto cada materia. Por ejemplo, un estudiante podría aprender sobre grupos en un curso de álgebra o en el marco de un curso sobre criptografía. Asimismo, las ideas geométricas podrían aparecer en varias asignaturas, dado su papel central.

Destrezas

A menudo nos encontramos ante situaciones en que un concepto da lugar a diferentes destrezas. Por ejemplo, para un concepto como la integración en una variable, el mismo “contenido” podría significar:

- Calcular integrales sencillas.
- Comprender la definición de la integral de Riemann.
- Conocer las demostraciones de la existencia y de las propiedades de la integral de Riemann para ciertas clases de funciones.
- Usar las integrales para modelizar y resolver problemas en diversas ciencias.

Pensamos que por una parte el contenido ha de ser detallado claramente y que, por otra, mediante el estudio de una misma materia se deben desarrollar varias destrezas.

En principio, los estudiantes que se gradúan en estudios científicos o técnicos en los que han cursado asignaturas de carácter matemático-estadístico disponen de una amplia variedad de posibilidades de empleo. Los empresarios valoran en alto grado la capacidad y rigor intelectual, las habilidades de razonamiento que estos estudiantes han adquirido, así como sus demostradas capacidades numéricas y el enfoque analítico a la solución de problemas que constituyen sus cualidades más distintivas. Es por ello que pueden acceder a puestos de trabajo tales como:

- Instituciones financieras (cajas, bancos) y de seguros (valoración de derivados, coberturas de riesgo).
- Gabinetes de asesoramiento científico-técnico (optimización de procesos, redes de comunicación, métodos numéricos, codificación, criptografía, etc.).
- Empresas con equipos interdisciplinarios de investigación y desarrollo (I+D) y transferencia de tecnología.
- Desarrollo de aplicaciones informáticas específicas, donde se necesita previamente el modelo adecuado al problema.

Además, los matemáticos también pueden optar también a trabajos estadísticos. La estadística es la herramienta para hacer estudios de mercado, estudios de opinión, estudios de tendencias de consumo, control de calidad, análisis de datos económicos o financieros, diseño de experimentos y análisis de resultados en biomedicina, psicología, sociología, etc., en definitiva es una herramienta imprescindible para la toma de decisiones que se halla presente en:

- En consultorías.
- Instituciones de la administración pública sobre estadística demográfica.
- Centros sanitarios.
- Laboratorios farmacéuticos y veterinarios.
- Investigación aplicada en ciencias de la salud, en economía, en biotecnología,...

Sin embargo, sí es cierto que en los actuales planes de estudio de matemáticas existen carencias a nivel de asignaturas que relacionen las aplicaciones de las matemáticas a la vida real. Para numerosas universidades españolas, en la actualidad, la matemática aplicada no se centra en los métodos y las herramientas matemáticas que pueden ser utilizadas en el análisis o solución de problemas pertenecientes a otras áreas sino en el desarrollo de las mismas matemáticas, en el sentido de las matemáticas más puras.

Por tanto, las tres destrezas clave que consideramos que cualquier estudiante de alguna asignatura matemático-estadística debería adquirir son:

- a) La capacidad para idear demostraciones.
- b) La capacidad para modelizar matemáticamente una situación.
- c) La capacidad para resolver problemas con técnicas matemáticas.

Para resolver una gran parte de problemas matemáticos se debe incluir su resolución numérica e informática. Es por ello que se requiera un firme conocimiento de algoritmos y de programación, así como del uso del *software* actualmente existente.

Conviene resaltar también que estas destrezas y el nivel de las mismas se desarrollan de forma progresiva a través de la práctica de varias materias. No se empiezan los estudios con una asignatura llamada “cómo hacer una demostración” y con otra llamada “cómo modelizar una situación” con la idea de que estas destrezas se adquieran inmediatamente, sino que se desarrollan practicándolas en todas las asignaturas.

Nivel

Todos los graduados habrán desarrollado el conocimiento y la comprensión a un alto nivel en algún área matemática en particular. El nombre de las asignaturas reflejará su contenido de materias a alto nivel. Por ejemplo, los poseedores de títulos de asignaturas que incluyan “estadística” tendrán un conocimiento y una comprensión sustanciales de la teoría central de la inferencia estadística y de muchas aplicaciones de la estadística. Quienes posean un título de “matemáticas” pueden tener conocimientos de muy distintas partes de las matemáticas, pero en todo caso habrán tratado en profundidad algunos temas como análisis y álgebra.

4.3. Parte matemática adicional

Ya hemos dejado claro nuestro convencimiento de que sería un error establecer cualquier clase de currículum troncal para la parte matemática adicional. Dada la diversidad de las matemáticas, los diferentes planes de estudio deberían dirigirse a una amplia gama de estudiantes de otros campos más o menos relacionados con las matemáticas (informática, física, ingeniería, economía, etc.). En consecuencia se debería procurar que los estudios adicionales de matemáticas fueran de muy diversa índole.

Se insta a las universidades a que elaboren sus respectivos planes de estudio de la parte matemática adicional dependiendo de los aspectos en los que más destaque cada institución con objeto de conseguir atender a las demandas del mayor número posible de alumnos potenciales.

5. Más buenas prácticas: e-learning de las matemáticas

Las siguientes recomendaciones, que resultarán muy útiles para sacar el mejor aprovechamiento del aprendizaje y enseñanza online de las asignaturas matemáticas, constituyen una recopilación de las principales pautas que se deben ejecutar para un correcto manejo del e-learning de las matemáticas y que han sido seleccionadas en base a la investigación preliminar realizada en esta tesis así como a la experiencia propia en el citado campo.

Competencias que pueden aportar las asignaturas del ámbito de las matemáticas a la formación de futuros titulados universitarios (graduados y post-graduados)

Las asignaturas del ámbito matemático-estadístico son de gran importancia instrumental para la mayor parte de titulaciones universitarias. En este sentido opinamos que todo plan de estudios debería identificar las competencias básicas que tiene que aportar las asignaturas de este ámbito en relación a las competencias específicas de la titulación.

Es evidente que estas asignaturas impartidas con herramientas TIC confieren a los alumnos una formación básica fundamental para resolver posteriormente problemas de importante relevancia como puede ser el diseño de una distribución en planta con máquinas en que los tiempos de procesamiento son aleatorios (hay muchas empresas en que esto último es una realidad), el control estadístico de calidad de los procesos industriales, etc. Debido a la globalización, los estudiantes de cada país compiten no sólo con sus conciudadanos, ni sólo con los ciudadanos europeos sino con los de otras nacionalidades, ya que hay cada vez más empresas con implantación en varios países y seleccionan su personal en base a sus conocimientos y cualidades personales. Está claro que los conocimientos solos no bastan, pero son condición *sine qua non* para tener competencia profesional.

Como competencias destacamos: el razonamiento lógico, la capacidad de análisis y síntesis, la resolución de problemas, la detección de errores en procedimientos y el rigor en la exposición. Por supuesto hay otras muchas y de carácter más general o más específico, sin embargo las competencias que acabamos de enumerar se adquieren de modo especial en las asignaturas de matemáticas y es de destacar que son muy valoradas en muchos perfiles profesionales.

Aportaciones de las TIC y, en concreto, el uso de entornos online a las asignaturas matemáticas. Relevancia que tendrá su implantación como complemento a la formación presencial (modelos semi-presenciales de formación)

El conocimiento de las TIC como útiles en labores de formación capacitan en este medio tanto a formantes como a formadores. Es indudable que estas tecnologías están presentes en muchos ámbitos y es cada vez más indispensable un buen manejo a todos los niveles.

Las TIC aportan muchísimos beneficios porque sin ellas no sería posible resolver muchos problemas y casos. Además, los entornos online permiten dejar apuntes, problemas resueltos, casos, enlaces a páginas de interés, foros de debate, etc. que complementan la formación del estudiante y le facilita mucho su trabajo.

Asimismo, pueden ayudar a un proceso de enseñanza más personalizado, especialmente en lo que se refiere a los ritmos de aprendizaje. Opinamos que en las universidades presenciales se usarán de manera creciente, aunque seguramente con velocidad menor que la deseable.

El uso de un modelo semi-presencial, apoyado por las TIC, puede hacer más atractiva y efectiva la docencia en las asignaturas de este ámbito, así como favorecer un cambio metodológico del docente hacia una enseñanza más orientada hacia la adquisición de competencias por parte del estudiante.

En el EEES será imprescindible contar con un entorno online de la asignatura. En concreto, hay universidades que ya han puesto un entorno online propio para los alumnos, utilizando una herramienta de dominio público adaptada como es Moodle. Esta herramienta tiene un interface muy actual, de diseño moderno y fácil uso. Las herramientas online permiten actualizar la información de una manera muy eficiente. Este último aspecto es vital en una sociedad que evoluciona rápidamente en conocimientos, especialmente técnicos.

Aportaciones del uso de *software* matemático-estadístico a las asignaturas matemáticas. Nivel de uso e integración en los programas durante los próximos años.

Hoy en día ya no es posible enseñar matemáticas ignorando este tipo de *software*, se consideraría una carencia muy importante, por ello el nivel de integración debe ser el mayor posible. La existencia de este *software* ha cambiado la forma de enseñanza e incluso los contenidos.

El uso de *software* suele ser percibido por los estudiantes de forma positiva, aumentando su interés por los contenidos, así como facilita al docente la planificación de actividades y la comunicación con sus estudiantes. El *software* debería ser referenciado y usado por el docente a la hora de transmitir los contenidos, y ser accesible para el estudiante fuera del aula y del laboratorio.

Una de las aportaciones del *software* matemático-estadístico es que sirve para complementar las prácticas de las asignaturas y que los alumnos sean capaces de resolver problemas y casos reales o “cuasireales” (entendiendo por tales a casos reales adaptados a la formación que se espera de los estudiantes). Constituye, además, una herramienta para que los alumnos sean capaces el día de mañana de implantar las nuevas tecnologías en las empresas en que trabajen. Además puede aportar una mayor comprensión del proceso y una ayuda a la personalización. Su uso será paralelo al de implantación de las TIC. Esperamos que en los próximos años estas herramientas se integren en los programas: de hecho, ya es una realidad en muchas asignaturas de titulaciones actuales, especialmente en el campo de las ingenierías. Finalmente, referente al EEES, servirán de apoyo a los estudiantes para complementar sus conocimientos con las clases que reciban de los profesores.

Evolución de los procesos de evaluación (tendencia hacia la evaluación continua, realización de exámenes y/o prácticas con ordenador, realización de exámenes online, etc.)

En nuestra opinión deberían evolucionar hacia la evaluación continua, pero en el contexto en que se desenvuelve la enseñanza en España, lo vemos muy difícil. La evaluación continua requiere un cambio social que afecta a tres partes: el profesorado, los alumnos y el Estado como garantizador y coordinador de la educación. Se requiere el cambio de los tres y pensamos que los cambios más profundos se deben dar en el alumnado (no copiar en los ejercicios de evaluación y trabajo para casa) y en el Estado que debe proporcionar muchos más medios económicos. La evaluación continua es una exigencia de la nueva metodología del EEES y en este sentido los entornos online

pueden ofrecer también un buen sistema para este fin. Estamos en un periodo de búsqueda y prueba del *software* más adecuado. Una de las opciones para que la evaluación continua funcione es que haya un profesor responsable por cada asignatura y al menos uno o dos “ayudantes” que corrijan los trabajos periódicos asignados a los estudiantes.

Asimismo debe evolucionar hacia un modelo en que se tenga en cuenta la capacidad o competencia del estudiante en producir o crear algo nuevo a partir del ‘saber’ y ‘saber hacer’ que se le ha transmitido. En este contexto, los procesos de evaluación tienden a ser más personalizados.

Valoración del nivel actual de uso de material y/o recursos docentes en inglés. Estrategias para incrementar dicho uso.

Consideramos que la utilización de recursos en inglés debe ser fomentada por parte del docente con el fin de favorecer la formación lingüística de sus estudiantes y ampliar el catálogo disponible para la selección de sus materiales docentes.

Sin embargo, en general, el nivel actual de inglés es muy deficiente en los alumnos. Los alumnos deberían llegar a la universidad con un claro dominio de inglés hablado y escrito. De esta forma se podría acceder a importantes recursos que están en inglés sin necesidad de traducción. En particular, en Internet muchos recursos siguen en inglés. La utilización de este idioma y de los recursos en inglés deberían ser promovidos por las autoridades universitarias para conseguir que determinadas asignaturas se puedan impartir de forma bilingüe.

Es por ello que creemos que es necesario incrementar el uso de material en inglés pues capacita después a la formación autónoma, a la transmisión y comunicación en ámbitos internacionales. Nos parece adecuada cualquier medida para aumentar el nivel de inglés de los alumnos. Ahora bien, no nos parece prudente aplicar medidas en esta dirección en las asignaturas iniciales de este ámbito. Superadas las mismas, creemos oportuno tender hacia la máxima utilización de la bibliografía en inglés.

Entre las estrategias posibles opinamos que al menos alguno de los temas de cada asignatura debería ser estudiado con un manual en inglés. En otras materias sí que se podrían llevar a cabo las consultas en inglés y en última instancia podría existir alguna asignatura enseñada completamente en dicha lengua. De todos modos no descuidaríamos totalmente el uso del castellano o de las otras lenguas españolas también en las asignaturas matemáticas.

Otros aspectos destacables sobre la evolución de las asignaturas matemáticas (tendencias de futuro, cambios metodológicos, de enfoque y/o de contenidos, etc.)

Creemos que ya estamos viviendo un cambio muy importante tanto metodológico como de contenidos, basta comparar los programas actuales de las asignaturas que estamos diseñando para los planes de estudios dentro de la nueva legislación y los que estaban vigentes

anteriormente. En general creemos que se produce una mejora aunque siempre hay voces críticas ante lo que parece una reducción de contenidos.

En nuestra opinión estas asignaturas evolucionarán a modelos que cuenten con una herramienta online tipo Moodle, donde los alumnos se darán de alta (se “matricularán”) y accederán a información muy relevante que les ayudará a adquirir los conocimientos necesarios para superar el nivel requerido en la asignatura y poder tener la preparación necesaria para las competencias que tenga la titulación que estén estudiando.

Referencias

- Bringslid, O. (2002): “Mathematical e-learning using interactive mathematics on the Web”. In *European Journal of Engineering Education*, 27:3, 249 – 255
- Engelbrecht, J., Harding, A. (2005): “Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 1: Technologies and taxonomy”. In *Educational Studies in Mathematics*, 58: 2. 235 – 252
- Miner, R., Topping, P. (2001): “Math on the Web: A Status Report – Focus: Distance Learning”. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.dessci.com/en/reference/webmath/status>
- Richards, C. (2002): “Distance education, on-campus learning, and e-learning convergences: an Australian exploration”. In *International Journal on E-Learning*, 1:3, 30 – 39

**Parte III:
Principales
publicaciones
derivadas
de la tesis
y
conclusiones
finales**

Principales publicaciones derivadas de la tesis

“No es preciso tener muchos libros sino tenerlos buenos” (Séneca)

1. Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view

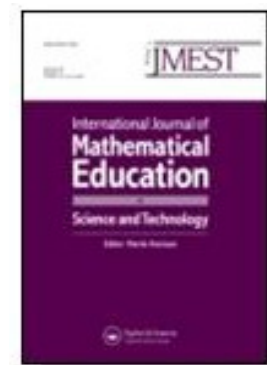
Juan, A.; Steegmann, C.; Martínez, M.; Huertas, M.; Simosa, J. (2011): “Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view”. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 42, Issue 2, pp. 141 – 153. DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X.

En este artículo, publicado el año 2011, se analiza cómo las TIC están cambiando la forma de enseñar y aprender las matemáticas en las universidades de todo el mundo.

Asimismo se analiza algunos de los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) más populares disponibles en la actualidad y algunos de los recursos en línea más útiles en las áreas de Matemáticas y Estadística.

Se presentan algunas experiencias a largo plazo con respecto a la enseñanza de cursos en línea en las áreas de M/E de la UOC.

Y, por último, se presentan los resultados de una encuesta a gran escala realizada en España que tiene como objetivo reflejar la opinión de los instructores y sentimientos acerca de los posibles beneficios y retos de la enseñanza de las matemáticas en línea, así como el papel de las tecnologías emergentes en el contexto de la Unión Europea área de Educación Superior.



2. E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías

Stegmann, C.; Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M. (2008): "E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías". Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Volume 5, Issue 2, pp. 1-14. (indexed in Scopus). ISSN: 1698-580X

En este artículo, publicado el año 2008, se tratan los aspectos clave del e-learning de las asignaturas universitarias de carácter matemático-estadístico.

Se discuten los principales beneficios que las diferentes tecnologías –entornos online 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.

Y, por último, se presenta el proyecto de investigación MEL de la UOC y sus principales resultados.



3. Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia

Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Corcoles, C.; Serrat, C. (2008): "Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Volume 39, Issue 4, pp. 455-471 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X

En este artículo, publicado el año 2008, se presenta una revisión del estado del arte en MEL y algunas experiencias desarrolladas en esta área durante los once últimos años en la UOC.

Asimismo, se abordan aspectos importantes relacionados con las matemáticas en línea: beneficios y desafíos, las universidades que ofrecen este tipo de educación, consideraciones metodológicas, tecnologías emergentes, proyectos de aprendizaje y ambientes, etc

También se describen y analizan los aspectos clave del modelo de MEL y su evolución histórica.

Por su parte, se presta especial atención a los planes de estudio matemáticos relacionados con MEL, se presenta una propuesta de diseño curricular, basado en un enfoque "top-down", como una buena práctica y se sugieren algunas de las tendencias y perspectivas de futuro en el tema.



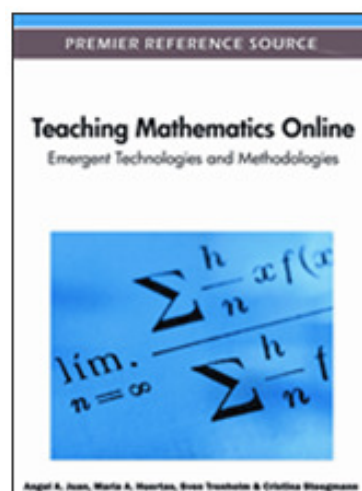
4. Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies

Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): "Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies" (IGI Series in Advances in Distance Education Technologies). IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)

En este libro, editado el año 2011, el término *E-Learning de las Matemáticas* se refiere al uso de computadoras, software e Internet para ofrecer educación matemática en un sentido amplio.

Tecnologías emergentes, tales como sistemas de aprendizaje, de gestión, así como modernas metodologías, tales como asistidas por ordenador en el aprendizaje colaborativo, se están utilizando en las universidades nuevas y tradicionales para enseñar matemáticas a las nuevas generaciones de estudiantes.

Con todo, e-Learning de las Matemáticas ha llegado para quedarse, y este libro tiene como objetivo proporcionar el estado del MEL, de experiencias, de metodologías y de tecnologías tanto en su práctica actual y como futura.



5. Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia

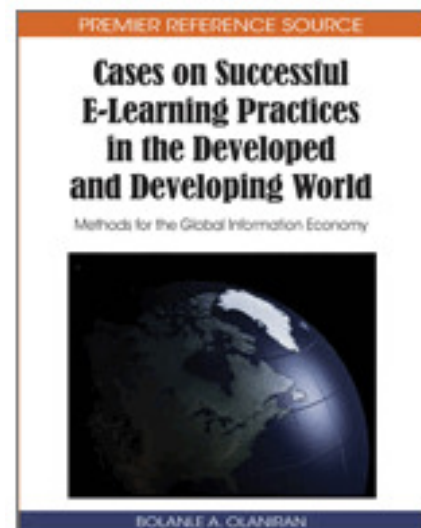
Juan, A.; Faulin, J.; Fonseca, P.; Steegmann, C.; Pla, L.; Rodriguez, S.; Trenholm, S. (2009): "Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia". In B. Olaniran (ed.): *Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*, pp. 298-311. ISBN: 978-1-60566-942-7. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)

Esta publicación se tratade un capítulo del libro, publicado el año 2009 y titulado *Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*. En dicho capítulo se muestra el estudio de caso de la enseñanza en línea en Estadística e Investigación Operativa (IO) en la UOC.

Éstas presentan retos difíciles en la educación superior tradicional. Estos problemas se agudizan en los entornos en línea donde la interacción entre estudiantes y profesores, así como entre los propios estudiantes, son limitadas o inexistentes. A pesar de estas dificultades, como se evidencia en el crecimiento global de la oferta de cursos en línea, existen ventajas comparadas con la metodología tradicional.

Aunque existe una gran cantidad de literatura que abarca experiencias y buenas prácticas en la enseñanza tradicional de las matemáticas, hay una falta de experiencias exitosas en Estadística e IO en línea.

Basado en nuestras experiencias durante la última década, este capítulo tiene como objetivo compartir algunas ideas sobre cómo diseñar y desarrollar con éxito los cursos en línea en estas áreas de conocimiento.



Conclusiones y líneas futuras de la investigación

“El arte de obtener conclusiones de los experimentos y de las observaciones consiste en evaluar las probabilidades y estimar si son lo suficientemente grandes o numerosas para constituir pruebas. Este tipo de cálculo es más difícil y complicado del que habitualmente se cree.” (Antoine Lavoisier)

1. Introducción

El movimiento que en las últimas décadas se ha producido con respecto al uso de las tecnologías en diferentes ámbitos, incluida la enseñanza, se revela en los trabajos que diferentes autores han realizado con respecto a este tema y muy especialmente en la enseñanza online. Lo antes planteado permite afirmar que la investigación desarrollada está enmarcada en un momento histórico privilegiado para iniciar cambios en la formación virtual.

Por otra parte, la tendencia de la introducción de las tecnologías en los ámbitos educativos universitarios y las posibilidades de su utilización en el e-learning confirma que el trabajo desarrollado es oportuno. Esta afirmación es aún más fuerte si se habla de aquellas tecnologías que facilitan la enseñanza en sus distintas variantes, tanto en general como en las matemáticas en particular.

De igual modo en esta investigación se ha tenido en cuenta, a los efectos de su necesidad, que a pesar de que las exigencias actuales imponen al desarrollo de las tecnologías en los procesos educativos, su aplicación y uso efectivo ha sido y podría decirse que es actualmente un renglón prácticamente no desarrollado en muchas universidades españolas, aunque en los últimos tiempos las cosas han ido cambiando y se está poniendo mayor atención tanto a la implantación como al uso de *software* matemático.

En consideración a la necesidad y de lo oportuno del trabajo que se presenta, la investigación está concebida para satisfacer esas exigencias de analizar el estado de innovación tecnológica en la formación que ofrece cada universidad. Asimismo sus perspectivas de evolución en el transcurso de los próximos años y sus objetivos se corresponden con esta principal finalidad.

Los resultados que aporta esta investigación van en esa dirección, esto es, se analiza el e-learning de las matemáticas en el contexto del EEES.

Hay que tener en cuenta, no obstante, que existe un número reducido de trabajos sobre e-learning de las matemáticas a nivel universitario, aunque es de destacar, con la llegada del EEES,

la realización de cambios en los planes de estudio a fin de incorporar la enseñanza online, en general, y de las matemáticas en particular en los estudios universitarios. Por ello el estudio en este tipo de ambientes resulta prometedor tanto en el e-learning de las matemáticas como en la generación de nuevas líneas de trabajo.

2. Conclusiones derivadas del trabajo realizado

Las conclusiones se han organizado en:

- a) Conclusiones de carácter nacional, derivadas de las encuestas realizadas durante el Proyecto Mathematical E-Learning, y
- b) Conclusiones de carácter global, obtenidas a partir del análisis de la literatura existente, de las experiencias propias, y de los estudios desarrollados y publicados durante la tesis.

2.1. Conclusiones de carácter nacional, derivadas de las encuestas realizadas durante el Proyecto Mathematical E-Learning

En la primera parte de la tesis se presentan los resultados obtenidos en el proyecto MEL (con las encuestas realizadas en las dos ediciones, en el 2008 y en el 2011), en los cuales se observa que hay un porcentaje alto de profesores que consideran que el EEES implica un nivel de cambios –en metodología, contenidos y/o sistemas de evaluación– alto o muy alto respecto a la situación actual. Pero estos mismos profesores manifiestan, en un porcentaje incluso más elevado, que el nivel actual de adaptación al EEES es muy bajo, bajo o medio. Sin embargo 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 han llevado a cabo una tarea de información acerca del EEES alta, la adaptación efectiva y los cambios metodológicos necesarios para ellos ha sido relativamente baja.

Analizando cada aspecto detalladamente se destaca:

- a) Respecto al uso del *software* matemático, incluso cuando los profesores tienden a reconocer su importancia en el proceso educativo, estamos lejos de todo su uso potencial. Por lo tanto, esperamos un incremento significativo en el uso e integración del *software* matemático en los procesos de aprendizaje y evaluación durante los próximos años.
- b) Con respecto al uso de sistemas de gestión del aprendizaje, encontramos importantes diferencias entre su valor percibido y su nivel de uso. Por lo tanto, también esperamos un importante incremento en su uso durante los próximos años. Obviamente, tanto universidades como instituciones tienen un papel importante en la popularización de estas herramientas, ya que son responsables de promocionar el uso de plataformas en línea y también de ofrecer los recursos tecnológicos y las correspondientes habilidades necesarias para alcanzar su integración en las carreras que ofrecen.
- c) Con respecto al uso limitado de materiales y recursos académicos escritos en inglés, pensamos que esta situación necesita ser corregida pronto si un Espacio Europeo de Educación Superior se debe alcanzar. De otra manera, el objetivo fundamental de promover programas de movilidad entre estudiantes e profesores europeos nunca podrá ser completamente satisfecho.
- d) En cuarto lugar, parece que hay un acuerdo con respecto a las carreras superiores acerca de los cambios que el Espacio Europeo de Educación Superior debe implicar, tanto en metodología y contenido como en los sistemas de evaluación. Pero este hecho parece contrastar con el nivel percibido de convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior actual. Otra vez y también en este punto, los profesores deberán jugar un papel fundamental para facilitar aquellos cambios estructurales.

A partir del análisis estadístico de las encuestas, tal y como se muestra en las **Figuras 11.1, 11.2, 11.3 y 11.4**, en las dos ediciones, 2008 y 2011, se pueden deducir algunos resultados interesantes, entre otros:

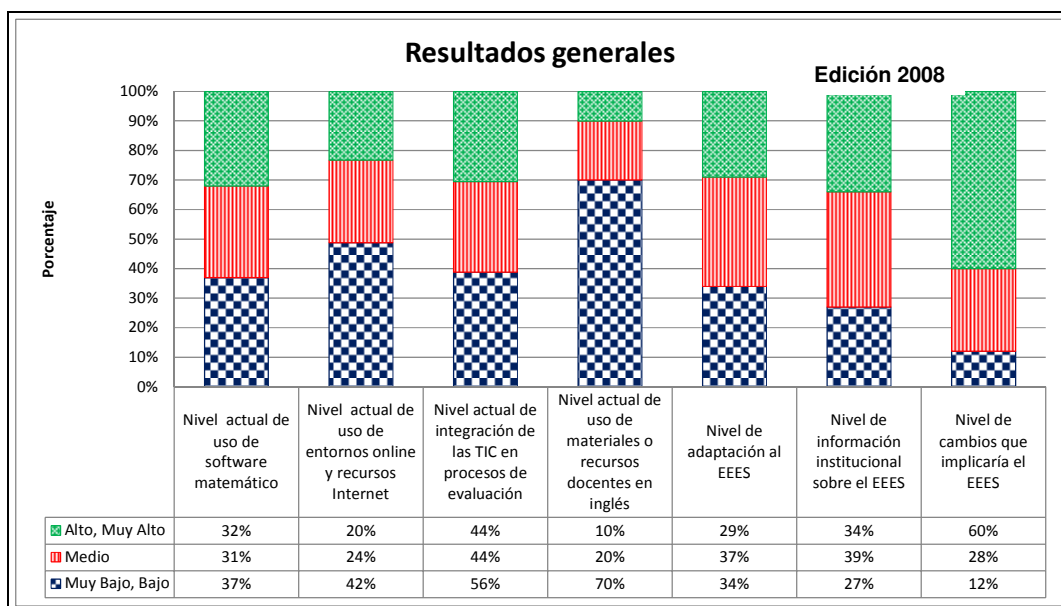


Figura 11.1: Resultados generales de las siete primeras variables de la encuesta, año 2008

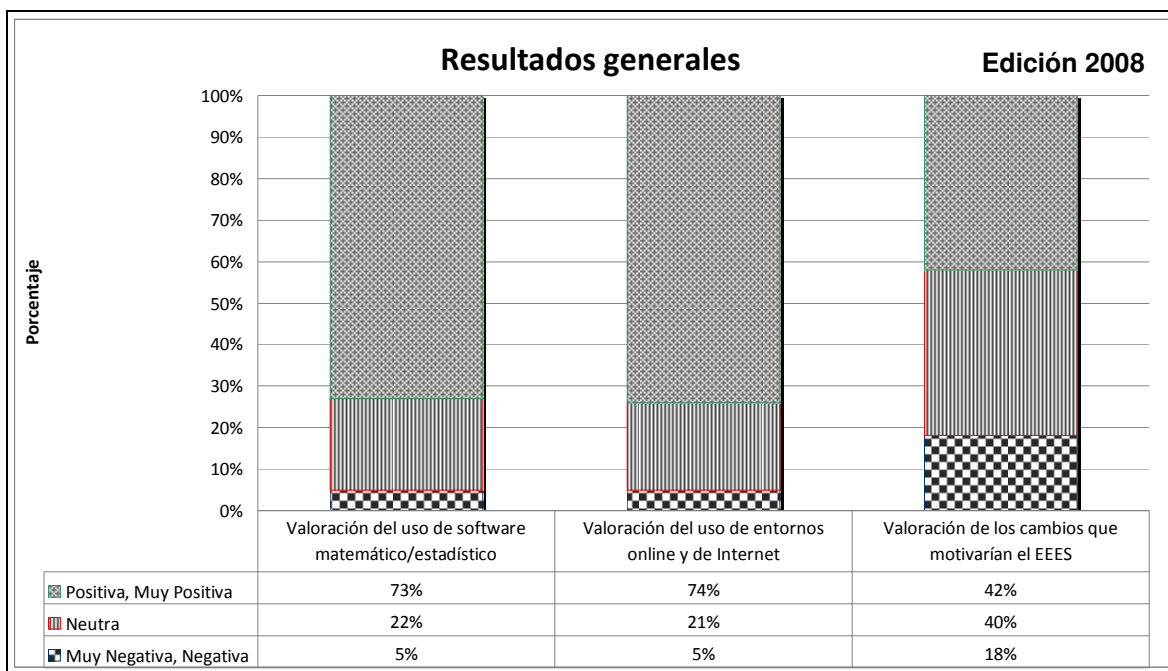


Figura 11.2: Resultados generales de las tres últimas variables de la encuesta, año 2008

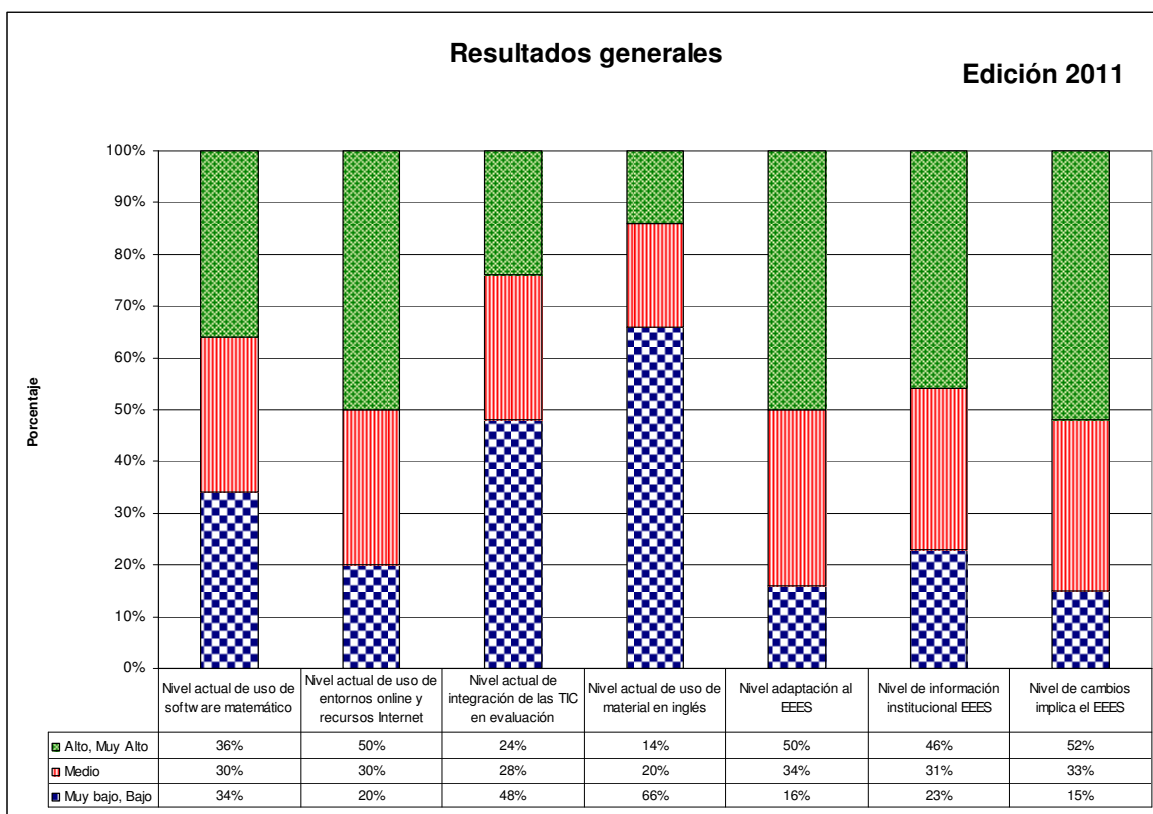


Figura 11.3: Resultados generales de las siete primeras variables de la encuesta, año 2011

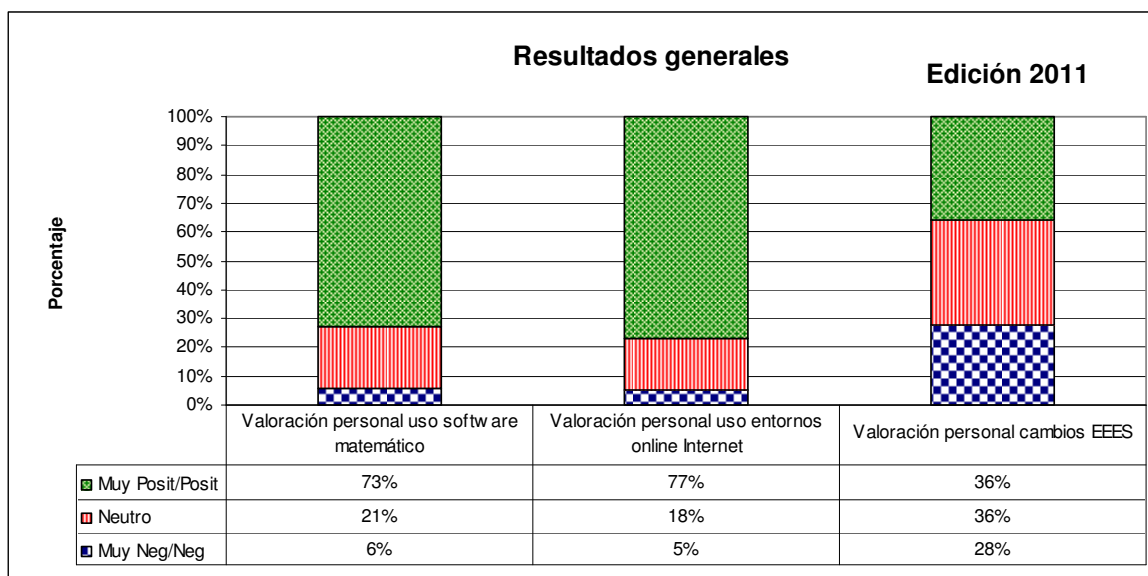


Figura 11.4: Resultados generales de las tres últimas variables de la encuesta, año 2011

- Entre los profesores que respondieron a la encuesta en el año 2008 así como los que han hecho lo propio en el 2011, ha habido un consenso generalizado (73% en ambas ediciones) en que la **valoración del uso del software matemático-estadístico (pregunta 8 de la encuesta)** en la actividad docente es positivo o muy positivo. Sin embargo, un 68% de los encuestados en la primera edición y un 63% de los del año 2011 apuntan que el **nivel de uso que se le está dando a este tipo de herramienta tecnológica (pregunta 1 de la encuesta)** es muy bajo, bajo o medio. Esto ha hecho pensar que, si bien se reconoce el potencial de este tipo de *software*, todavía no se le está sacando todo el rendimiento posible (sí es cierto que en los tres años transcurridos ha disminuido el porcentaje y se ve un cierto aumento en el uso de *software* matemático-estadístico). Es más, un 80% de las respuestas del 2008 y un 76% del 2011 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.) (pregunta 3 de la encuesta)** es muy bajo, bajo o medio. Por ello, es de esperar que en los próximos años se producirá un incremento significativo tanto en el nivel de uso de esta tecnología como en su nivel de integración dentro de los procesos de evaluación, i.e.: habida cuenta del potencial que se le reconoce, es de esperar que se tiende 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 (CC. AA.), puesto que en algunos casos (p.e.: Navarra y Aragón en el 2008 y Aragón, Asturias, Cantabria –que llega al 100%– y Navarra en el 2011) el uso de estas tecnologías ya parece ser algo bastante extendido. Evidentemente, esta evolución debe ser fomentada por parte de las instituciones, que deben 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.).

- Por lo que se refiere a la **valoración del uso de entornos online y de Internet (pregunta 9 de la encuesta)**, entre los profesores que respondieron a la encuesta en el año 2008 y los participantes del año 2011 ha habido también un consenso generalizado (74% en el 2008 y 79% en el 2011) en que éste es positivo o muy positivo. Este dato contrasta con el hecho de que un 70% de los participantes en el 2008 manifestaron que el **nivel de uso de estas tecnologías (pregunta 2 de la encuesta)** era bajo, muy bajo o medio. Por ello, cabía esperar también cambios significativos (un incremento importante) durante los años siguientes por cuanto al uso de entornos online e Internet se refería. Así, en la encuesta pasada en el año 2011, un 49% han manifestado que el nivel de uso de estas tecnologías es bajo, muy bajo o medio y, por el contra, un 51% han afirmado que el nivel de uso de estas tecnologías es alto o muy alto. 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.e.: Navarra, Canarias y La Rioja en el 2008 y Andalucía, Canarias y Navarra en el 2011). 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.
- En lo referente al **uso de materiales y recursos en inglés (pregunta 4 de la encuesta)**, la situación es bastante preocupante en todas las CC.AA. Un 70% de los participantes en el 2008 y un 65% en el 2011 afirman que el nivel de uso del inglés es bajo o muy bajo, llegando este porcentaje al 90% en el 2008 y al 85% en el 2011 si incluimos también la categoría de uso medio (observemos que, eso sí, el nivel bajo o muy bajo ha disminuido en este período por lo que se puede afirmar que el nivel de uso del inglés ha aumentado ligeramente a lo largo de estos tres años). Evidentemente, esta 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 favorezcan 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 participantes del 2008 y los del 2011 ha habido bastante consenso (60% en el 2008 y 52% en el 2011) en

que el EEES implica un **nivel de cambios (en metodología, contenidos y/o sistema de evaluación) (pregunta 7 de la encuesta)** alto o muy alto con respecto a la situación actual. Esta opinión es común en todas las CC.AA., si bien, en la edición del 2008, es en La Rioja, Canarias, Navarra, Murcia, Asturias y Castilla La Mancha donde se percibió la próxima aparición de cambios importantes como respuesta a las directrices del EEES. Observemos que estas mismas CC.AA., en la edición del 2011, disminuyen mucho su porcentaje y no hay ninguna CC.AA. que destaque por poseer un nivel de cambios que implica el EEES elevado. Esto puede ser debido a que, inicialmente, en el año 2008, las expectativas de cambios que se esperaban del EEES eran mucho más elevados de los que realmente, en el 2011, se han apreciado. Esta opinión generalizada de que el EEES implica cambios importantes en el sistema universitario contrasta con el hecho de que, inicialmente, en el año 2008, un 71% de los participantes manifestó que el **nivel actual de adaptación al EEES (pregunta 5 de la encuesta)** era muy bajo, bajo o medio. Sin embargo, en la edición del 2011, este porcentaje disminuye hasta un 49%. Cosa que es lógica pues en el año 2011 la implementación del EEES es ya total. Por CC.AA., en el año 2008, sólo en Castilla La Mancha parece haber una sensación bastante generalizada de que el nivel de adaptación actual era alto o muy alto. En cambio, en el año 2011, todas las CC. AA. (salvo Aragón, Asturias, y Navarra) manifiestan un nivel de adaptación alto o muy alto, cosa que, por otro lado, es lógica pues, como ya se ha comentado, en el año 2011 la implantación del EEES en España es ya pleno. Por lo que se refiere al nivel de **información institucional sobre el EEES (pregunta 6 de la encuesta)**, un 73% de los participantes en el año 2008 y un 77% de los del año 2011 afirma que éste es 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.e., Cantabria y La Rioja, en la primera edición, y Asturias y La Rioja en la segunda edición. Es de destacar el caso de Asturias que es la única CC.AA que, en el 2008, manifestaba un nivel bajo o muy bajo y ha pasado, en el 2011, a un nivel alto o muy alto. 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 deberían 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% en el 2008 y 27% en el 2011) han manifestado su opinión de que estos cambios pueden afectar de forma negativa o muy negativa a su actividad docente (**pregunta 10 de la encuesta**). En esta pregunta, por lo que se refiere a las CC.AA., en el 2008, la mayoría de éstas manifestaron una valoración positiva o muy positiva (salvo Aragón, Asturias, Castilla León, Cataluña, Extremadura, La Rioja, País Vasco y Valencia que su valoración fue neutra y no hubo ninguna CC.AA. que proporcionara una valoración negativa). En cambio, en la encuesta pasada en el 2011, en general, hay una disminución de la valoración de los cambios motivados por el EEES pues hay 9 CC.AA. que decrece la valoración (pasan de

positiva/muy positiva a neutra o bien de neutra a negativa/muy negativa) frente a 3 CC.AA. que aumenta (pasan de neutra a positiva/muy positiva o bien se mantienen en positiva/muy positiva pero aumentan el porcentaje), teniendo en cuenta que hay 5 CC.AA. que están establecidas en la neutralidad. Esto puede deberse a lo mismo que ya se ha repetido más de una vez en este trabajo: inicialmente, en el año 2008, cuando empezó el EEES, la expectativa de los cambios que éste implicaría era grande y, por tanto, la valoración era positiva o muy positiva. Posteriormente, en el 2011, cuando el EEES ya estaba implantado y los cambios realmente no han sido tantos ni de tan tamaño como se esperaba, la valoración ha disminuido.

2.2. Conclusiones de carácter global, obtenidas a partir del análisis de la literatura existente, de las experiencias propias, y de los estudios desarrollados y publicados durante la tesis.

El mundo actual de la educación superior está experimentando un incremento mayor del uso de sistemas de e-learning. Este crecimiento está desafiando a la pedagogía tradicional y está redefiniendo los papeles tradicionales de los profesores y de los estudiantes en nuestra sociedad moderna basada en el conocimiento. En este contexto, con la falta de interacción cara a cara, enseñar y aprender matemáticas requiere un enfoque particular tanto del cuerpo docente como de los estudiantes.

En esta tesis hemos analizado algunas de las ventajas y retos asociados con los cursos matemáticos ofrecidos y presentados online así como la experiencia propia durante nuestra larga experiencia enseñando matemáticas y estadística online en la UOC.

Entre las ventajas que supone la metodología de e-learning destacamos las siguientes:

- a) nos permite plantear objetivos didácticos más ambiciosos;
- b) nos permite abordar problemas prácticos que de otro modo serían inabordables;
- c) nos permite utilizar nuevos y mejores recursos didácticos;
- d) establecer una mayor conectividad entre la enseñanza universitaria y las necesidades del mundo laboral; y
- e) lograr una mayor motivación de los estudiantes por el estudio de las matemáticas y de la estadística.

A modo de conclusión podemos afirmar que enseñar y aprender asignaturas del ámbito matemático online requiere un esfuerzo especial tanto por parte del cuerpo docente como de los estudiantes. Este esfuerzo debe centrarse en superar algunas dificultades metodológicas, las cuales son resultado del hecho de que la educación tradicional presencial no puede ser

implementada directamente en un entorno de e-learning. En una educación basada totalmente en Internet, los estudiantes y los profesores no tienen que tener una relación cara a cara y, en muchos casos, no tienen ni siquiera una comunicación sincrónica. Por lo tanto es necesaria la innovación tanto en el uso de la tecnología como en la aplicación de nuevos enfoques metodológicos.

En esta tesis 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 11.5**): (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 –i.e.: 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 online mediante la asignación de proyectos y actividades a realizar en grupos de trabajo.

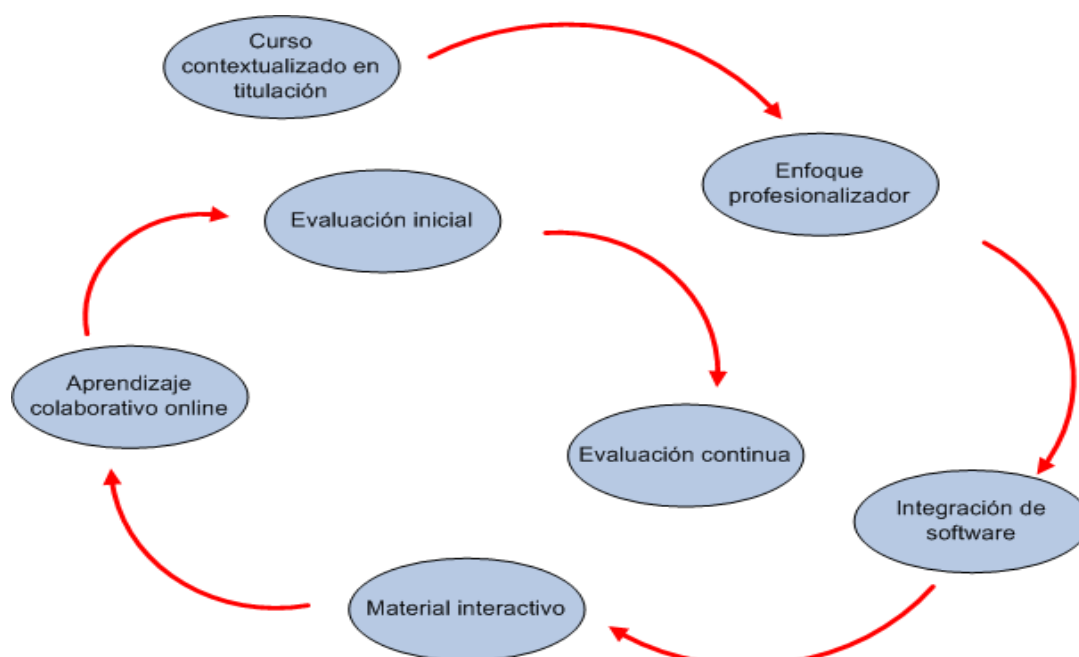


Figura 11.5: Aspectos clave de un modelo de e-learning de las matemáticas

Posteriormente, y como consecuencia directa de este proceso de innovación, hemos explicado y debatido el modelo de e-learning que utilizamos en la UOC para aquellas materias relacionadas con la rama de conocimiento matemático. El uso del e-learning para enseñar asignaturas matemáticas es un método interesante para motivar a los estudiantes que no pueden

atender a clase porque tienen compromisos personales o profesionales, como es el caso de los estudiantes de la UOC.

En base a nuestros estudios, podemos considerar los siguientes como puntos clave de una metodología online para la formación en disciplinas de ámbito matemático:

- a) uso de un enfoque *top-down* cuando el rediseño de los cursos de matemáticas se sitúa en el contexto global del programa de plan de estudios de una carrera,
- b) uso de un enfoque orientado profesionalmente durante el desarrollo de cursos matemáticos –por ejemplo, centrándose en las aplicaciones matemáticas en vez de en teoría abstracta-;
- c) integración del *software* matemático a lo largo de los cursos para destacar las aplicaciones reales de los conceptos, métodos y resultados matemáticos;
- d) el desarrollo de los materiales electrónicos e interactivos que facilitan la mejora y el aprendizaje mediante la experimentación;
- e) evaluación previa de los conocimientos de los estudiantes para proporcionarles una asistencia y recursos apropiados desde el principio;
- f) uso de modelos de evaluación continua que guíen y preparen a los estudiantes para el examen final cara a cara; y
- g) promoción de aprendizaje en línea cooperativo entre estudiantes a través de la asignación de pequeños proyectos y de actividades en grupo.

Creemos que los primeros puntos son fundamentales en el desarrollo de nuevos cursos online matemáticos –especialmente para científicos e ingenieros–, en universidades de todo el mundo.

Como se ha discutido a lo largo de los capítulos, la motivación de los estudiantes es el factor clave en la educación online. Para este fin, el uso de *software* matemático, enfocado a los profesionales y con entornos agradables online, es necesario para completar satisfactoriamente los cursos de matemáticas y estadística. Asimismo, y de acuerdo con nuestras experiencias, las innovaciones anteriores han incrementado el interés de nuestros estudiantes en estas ramas del conocimiento y han mejorado su evaluación global de estos cursos. En resumen, esperamos que las experiencias presentadas aquí y su análisis puedan ser de ayuda para otros profesores e investigadores en línea, especialmente en las áreas de Matemática y Estadística.

3. Líneas de trabajo futuro

Desde el punto de vista prospectivo se considera que es necesario seguir buscando formas de realización de actividades investigativas con el uso de la tecnología, para garantizar una consistencia empírica más sólida de algunos resultados vistos en este trabajo, así como la comprobación de las recomendaciones que se han derivado de ella. En particular, en el futuro, se pueden abordar los siguientes puntos:

- a) Comparar los resultados obtenidos en el Proyecto MEL en comparación con lo que ocurre en otros países en donde la formación online en ámbitos matemáticos está cobrando mucha relevancia (e.g. Portugal, Reino Unido, EE.UU., Italia, Australia, etc.),
- b) Continuar realizando la encuesta en el futuro (2008, 2011, 2014) para estudiar la evolución temporal de las tendencias.
- c) Explorar nuevas prácticas y metodologías que se están desarrollando a nivel internacional.

Parte V: Referencias y Anexos

Referencias

REFERENCIAS

- Abramovitz, B.; M., Berezina, M., Berman, A., Shvartsman, L. (2011): "A blended learning approach in mathematics". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Adams, R. C. (1989): *Social survey methods for mass media research*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Albano, G. (2011): "Mathematics education: teaching and learning opportunities in blended learning". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Alcázar, J. G., Marvá, M., Orden, D., San Segundo, F. (2011): "Information and Communication Technologies in Math Refresher Courses: Experiences at the Universidad de Alcalá, Spain." In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Alexander, S., Bishop, P., Crawford, E., McCartney, M. (2006): "Mathematics for computer scientists: problems and solutions". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:5, 505 — 513
- Almeida, E. P. (2004): "A discourse analysis of student perceptions of their communication competence" en *Communication Education*, 53: 4, 357 – 364
- Babbie, E. (1990): *Survey research methods*. Belmont: Wadsworth.
- Badger, M., Sangwin, C. J. (2011): "My equations are the same as yours!: computer aided assessment using a Gröbner basis approach" In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Bakhoun, E. G. (2008): "Animating an equation: a guide to using FLASH in mathematics education". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:5, 637 — 655

- Barton, B., Chan, R., King, C., Neville–Barton, P., Sneddon, J. (2005): “EAL undergraduates learning mathematics”. In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 721 — 729
- Bates, A. (2005): *Technology, E-learning and Distance Education*. RoutledgeFalmer, Abingdon.
- Baxter, L. A., Babbie, E. (2004): *The basics of communication research*. Toronto: Thomson Wadsworth.
- Bell, J. (2002): *Cómo hacer tu primer trabajo de investigación*. Barcelona. Gedisa.
- Beltrán, R. y Rodríguez, J. L. (2004): “Validez” en Salvador, F.; Rodríguez, J.L., Bolivar, A. (directores): *Diccionario Enciclopédico de Didáctica*, Málaga: Aljibe
- Bhaird, C., O’Shea, A. (2011): “The Role of Technology in Mathematics Support”. In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Birnbaum, B. (2001): *Foundations and Practices in the Use of Distance Education*. New York: Edwin Mellon Press.
- Bisquerra, R. (1989): *Métodos de investigación educativa*. Guía práctica. Madrid: CEAC.
- Blanco, L. J., Garrote, M., Hidalgo, M. J. (2004). “Dificultades en el aprendizaje de las desigualdades e inequaciones”. *SUMA Revista sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*, nº 46, pp. 37-44
- Blyth, B., Labovic, A. (2009): “Using Maple to implement eLearning integrated with computer aided assessment”. In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:7, 975 — 988
- Borba, M., Villareal, M. (2005): *Humans–with–Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. Springer. New York.
- Bosch, J.L. y Torrente, D. (1993): *Encuestas telefónicas y por correo*. Madrid: CIS.
- Bringslid, O. (2002): “Mathematical e–learning using interactive mathematics on the Web”. In *European Journal of Engineering Education*, 27:3, 249 – 255
- Bringslid, O., Norstein, A. (2008): “Teaching mathematics using Steplets”. In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:7, 925 — 936
- Bryman, A. (2004): *Social Research Methods*, UK: Oxford University Press
- Buel, C. (2004): “Models of Mentoring in Communication”. En *Communication Education*, 53: 1, 56 – 73
- Buendía, L. (1994): “El método experimental. Diseños de investigación”. En Colás, M. P. y Buendía, L. (eds), *Investigación educativa*. Sevilla. Alfar.
- Camm, J. (2007): “O.R. in the Classroom – Get Real!” In *OR/MS Today*, 34(4), 34 – 37
- Cantoral, R., Farfán, R. (2003): “Mathematics education: A vision of its evolution”, In *Educational Studies in Mathematics*, 53, 255–270
- Caprotti, O., Carlson, I., Seppälä, M. Strotmann, A. (2005): “Web Advanced Learning Technologies for Assessment in Mathematics”. In *Proceedings Book of the 3rd International Conference*

- on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education, m-ICTE2005.
- Carrasco, A., García, E., De la Iglesia, C. (2005): "Las TIC en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Dos experiencias docentes en teoría económica". En *Revista Iberoamericana de Educación*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.rieoei.org/tec_edu36.htm
- Cavanaugh, C., Gillan, K., Bosnick, J., Hess, M. (2006): "Effectiveness of Online Algebra Learning: Implications for Teacher Preparation". In C. Crawford et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2006* 284 – 290
- Cea D'Ancona, M. A. (1992): "La encuesta psicosocial I" en Clemente, M. (eda): *Psicología social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Eudema, 264 – 278
- Cea D'Ancona, M. A., Vallés, M. S. (1992): "La encuesta psicosocial II" en Clemente, M. (eds), *Psicología social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Eudema, 279 – 301
- Chao, J. (2003): "Effective Math On-line Learning (EMOL)". In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*, 1, 3061 – 3064
- Chao, Y.C., Miller, G. (2003): "Effective Math Online Learning (EMOL)". In D. Lassner & C. McNaught (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003*, 3061 – 3064
- Cherkas, B., Welder, R. M. (2011): "Interactive web-based tools for learning mathematics: Best practices". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Cohen, L., Manion, L. (1990): *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Confederation of EU Rectors' Conferences & Association of European Universities (1999): "The Bologna Declaration on the European space for higher education: an explanation". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>
- Corcoles, C., Huertas, M^a A., Juan, A. A., Serrat, C., Steegmann, C. (2006): "Math online education: state of the art, experiences and challenges". In *Proceedings of International Congress of Mathematicians*, 578 – 579
- Creswell, J. (2002): *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Ohio. Merrill Prentice Hall
- Cretchley, P. (2009): "Are Australian universities promoting learning and teaching activity effectively? An assessment of the effects on science and engineering academics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:7, 865 — 875
- Croft, A. C., Danson, M., Dawson, B. R., Ward, J. P. (2001): "Experiences of using computer assisted assessment in engineering mathematics". In *Computers and Education*, 37: 1, 53 – 66

- Daradoumis, A., Faulin, J., Juan, A., Martínez, F., Rodríguez, I., Xhafa, F. (2010): "CRM Applied to Higher Education: Developing an e-Monitoring System to Improve Relationships in e-Learning Environments". In *International Journal of Services Technology and Management*.
- Daradoumis, A., Xhafa, F., Juan, A. (2006): "A Framework for Assessing Self, Peer and Group Performance in e-Learning". In *Self, Peer and Group Assessment in E-Learning*. Idea Group Press, Hershey, PA.
- Deacon, D., Pickering, M., Golding, P., Murdock, G. (1999): *Researching communications. A practical guide to methods in media and cultural analysis*. Nueva York: Arnold.
- Divjak, B. (2011): "Implementation and evaluation of learning outcomes in mathematics by using e-learning". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Engelbrecht, J., Harding, A. (2005): "Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 1: Technologies and taxonomy". In *Educational Studies in Mathematics*, 58: 2. 235 – 252
- Engelbrecht, J., Harding, A. (2005): Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 2: Attributes and Possibilities. *Educational Studies in Mathematics*, 58:2, 253 – 276
- EUA (2005): *Doctoral Programmes for the European Knowledge Society*. Brussels: EUA Publications. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.eua.be/eua/jsp/en/upload/Doctoral_Programmes_Project_Report.1129278878120.pdf
- Faulín, J., Juan, A. A., Sedano, M., Terrádez, M., Vila, A. (2002) ¿Cómo aprender estadística en un entorno virtual? La experiencia de la UOC con Minitab. UOC. [Fecha de consulta: 05/04/11] http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/FT_estadistica.pdf
- Faulin, J., Juan, A., Fonseca, P., Pla, L., S. Rodríguez (2009): "Learning Operations Research online: benefits, challenges and experiences". In *International Journal of Simulation and Process Modeling*, 5:1, 42 – 53
- Fayowski, V., MacMillan, P. D. (2008): "An evaluation of the Supplemental Instruction programme in a first year calculus course". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:7, 843 — 855
- Fister, K., McCarthy, L. (2007): "Mathematics instruction and the tablet PC". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:3, 285 — 292
- Fonseca, P., Pla, L., Juan, A., Faulin, J., Rodríguez, S. (2009): "Simulation Education in the Internet Age: Some experiences on the use of pure online and blended learning models". In *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC09)*, 299 – 309, Austin, Texas, USA. December 13–16
- Forster, P. (2006): "Assessing technology-based approaches for teaching and learning mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:2, 145 — 164

- Forster, P. (2007): "Technologies for teaching and learning trend in bivariate data", In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38:2, 143 — 161
- Foster, K. (1999): "Math on the Internet". In *Spectrum – IEEE*, 36:4, 36 – 40
- Fox, D. J. (1987): *El proceso de investigación en educación*. Pamplona: EUNSA.
- Galbraith, P. (2006): "Students, mathematics, and technology: assessing the present – challenging the future". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:3, 277 — 290
- García J.A. (2006): *Què és l'Espai Europeu d'Educació Superior? El repte de Bolonya: preguntes i respostes*. Barcelona: Publicacions i Edicions UB.
- García Vega, J. L. (1995): *Cómo elaborar el proyecto de investigación*. Alicante: Universidad de Alicante.
- González, J., Cobo, E., Martí, M., Muñoz, P. (2006): "Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías para la formación universitaria". En *Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_gonzalez_cobo_marti_munoz.htm
- González-López, I. (2006): "Dimensions for evaluating university quality in the European Space for Higher Education". In *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 4:3, 445 – 468 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/10/english/Art_10_134.pdf
- Graham, E., Headlam, C., Sharp, J., Watson, B. (2007): "An investigation into whether student use of graphics calculators matches their teacher's expectations" In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:2, 179 — 196
- Grande, I., Abascal, E. (2007): *Fundamentos y técnicas de investigación comercial*. Madrid: ESIC.
- Gras, A., Cano, M. (2005): "Debates y tutorías como herramientas de aprendizaje para alumnos de ciencias: análisis de la integración curricular de recursos del campus virtual". En *Enseñanza de las ciencias*, 23:2, 167 – 180
- Gravet, S., Petersen, N. (2002): "Structuring Dialogue with Students via Learning Tasks". En *Innovative Higher Education*, 26:4, 281 – 291
- Greene, J. C., Caracelli, V. J. (1997): "Defining and describing the paradigm issue in mixed-method evaluation". En J. C. Greene y V. J. Caracelli (eds.), *Advances in mixed-method evaluation: The challenges and benefits of integrating diverse paradigms*, 5 – 17, New Directions for Evaluation, núm. 74. San Francisco: Jossey-Bass.
- Hannafin, M., Hill, J., Susan, M. (1997): "Student-Centered Learning and Interactive Multimedia: Status, Issues, and Implications". *Contemporary Education*. 8:2, 94 – 97
- Hardin, J., Ellington, A. (2005): "Using Multimedia to Facilitate Software Instruction in an Introductory Modeling Course". In *INFORMS Transactions on Education*, 5:2

- Hayes, B. E. (1995): *Cómo medir la satisfacción del cliente. Desarrollo y utilización de cuestionarios*. Barcelona: Gestión 2000.
- Henderson, P. (2005): "Mathematics in the Curricula". In *SIGCSE Bulletin*. 37:2. SIGCSE. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://delivery.acm.org/10.1145/1090000/1083449/p20-henderson.pdf?key1=1083449&key2=3041981711&coll=&dl=acm&CFID=15151515&CFTOKEN=6184618>
- Holm, C. (2008): "eMathematics, an Interactive Digital Learning Environment that Promotes Guided Self-Study". In *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008*, 5238 – 5243
- Honzik, J.M. (2004): "The survey of some aspects of European higher education at the beginning of the third millennium". In *Proceedings of the 11th IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer-Based Systems*, 24-27 May 2004, 161 – 166
- Hřebíček, J., Hřebíčková, J., Mezník, I., Chvátalová, Z. (2004): "E-Learning in teaching of mathematics using Computer Algebra System Maple". In *The Mathematics Education into the 21st Century Project, The Future of Mathematics Education*, Pod Tezniami, Ciechocinek, Poland, Jun 26 – Jul 1, 2004
- Huertas, M., Juan, A., Prat, M., Steegmann, C. (2008): "Mathematical E-Learning in the context of the European Space of Higher Education: The Case of the Spanish University System". In *Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008)*, 7001 – 7007. Madrid, Spain, November 17–18.
- Huertas, M., Juan, A., Serrat, C., Corcoles, C., Steegmann, C. (2006): "Math On-line Education: state of the art, experiences and challenges". Abstract in *Proceedings of 2006 International Congress of Mathematicians (ICM 2006)*, 578 – 579. Madrid, Spain. August, 22–30.
- Huertas, M., Juan, A., Steegmann, C. (2006): "Designing Math on-line Courses for CS Students: experiences at the UOC". In *Proceedings of First WebALT Conference and Exhibition (WebALT06)*, 7 – 21. Eindhoven, Holland. Jan, 5–6.
- Igartúa, J. J. (2006): *Métodos cuantitativos de investigación en comunicación*. Barcelona: Bosch.
- Jacobs, K. L. (2005): "Investigation of interactive online visual tools for the learning of mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 761 — 768
- Jarkko A. (2006): "How does Web technology affect students'attitudes towards the discipline and study of mathematics/statistics?" In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:1, 71 — 79
- Jarvis, D. H. (2011): "Teaching Mathematics Teachers Online: Strategies for Navigating the Intersection of Androgogy, Technology and Reform-based Mathematics Education". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.

- Jones, I. S. (2007): "Computer-aided assessment questions in engineering mathematics using MapleTA®". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:3, 341 — 356
- Juan, A. A., López, A., Sedano, M., Vila, A. (2003). Contraste de hipótesis de dos poblaciones [artículo en línea]. IN-3. UOC. Proyecto e-math. [Fecha de consulta: 05/04/11] http://www.uoc.edu/in3/e-math/docs/CH_2Pob.pdf
- Juan, A., Daradoumis, T., Faulin, J., Xhafa, F. (2009): "SAMOS: A model for monitoring students' and groups' activity in collaborative e-learning". In *International Journal of Learning Technology*, in press.
- Juan, A., Faulin, J., Fonseca, P., Steegmann, C., Pla, L., Rodriguez, S., Trenholm, S. (2009): "Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia". In B. Olaniran (eds.): *Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*, pp. 298–311. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
- Juan, A., Huertas, M., Steegmann, C., Corcoles, C., Serrat, C. (2008): "Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia". In *International Journal of Mathematical Education in Science and technology*, 39:4, 455 – 471
- Juan, A., Huertas, M., Steegmann, C., Terradez, M. (2006): "Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas: la experiencia de los estudios de informática y multimedia de la UOC.". En *Teoría de la Educación: Educación y cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_juan_huertas_steegman_terra_dez.htm
- Juan, A., Minguillon, J., Huertas, A., Cavaller, V., Sancho, T. (2011): "Computer-Supported Statistics Courses in Online Environments: adding e-repositories to the equation". In *International Journal of Teaching and Case Studies*.
- Juan, A., Steegmann, C., Martinez, M., Huertas, M., Simosa, J. (2011): "Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*.
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Terradez, M. (2006): "Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas: la experiencia de los estudios de informática y multimedia de la UOC.". En *Teoría de la Educación: Educación y cultura en la Sociedad de la Información*, 7:1 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_juan_huertas_steegman_terra_dez.htm
- Karagiannis, P., Markelis, I., Paparrizos, K., Samaras, N., Sifaleras, A. (2006): "E-learning technologies: employing Matlab web server to facilitate the education of mathematical programming". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:7, 765 — 782

- Kerlinger, F. N. (1985): *Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología*. México: Interamericana.
- Kersaint, G. (2003): "Technology beliefs and practices of Mathematics Education Faculty". In *Journal of Technology and Teacher Education*, 11:4, 549 – 577
- Kiracowski, J. (2005): *Questionnaires in usability engineering. Human factors research group*. Korc: Ireland.
- Krussel, L. (2005): "What's the Difference? Teaching Mathematics to Standards in a Distance Learning Environment". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://math.unipa.it/~grim/SiKrussel.PDF>
- Lai, K. W., Pratt, K., Grant, A. (2003): "State of the Art and trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature". Report submitted to the *Distance Learning Reference Group, University of Otago*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.otago.ac.nz/prodcons/groups/public/documents/webcontent/otago002201.pdf>
- Lee, Y. (2005): "Integrating Constructivism approaches in e-learning to enhance mathematical self-study". In *Proceedings of the Eighth International Conference on Reform, Revolution and Paradigm Shifts in Mathematics Education*, Johor Bahru, Malaysia, Nov 25 – Dec 1, 238 – 243
- Leon, L., Seal, K., Z. Przasnyski (2006): "Captivate Your Students' Minds: Developing Interactive Tutorials to Support the Teaching of Spreadsheet Modeling Skills". In *INFORMS Transactions on Education*, 7(1).
- León, M.R., Leal, M.M. (2006): *El aprendizaje del derecho en el nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior*. Sevilla: Mergablum.
- León, O., Montero, I. (1999): *Diseño de investigaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Lim, L. L., Tso, T. -Y., Lin, F. L. (2009): "Assessing science students' attitudes to mathematics: a case study on a modelling project with mathematical software". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:4, 441— 453
- Llarull, M. (2000): "Math in a Web Environment". In *Proceedings of International Conference on Mathematics / Science Education and Technology 2000*, 277 – 279
- Loch, B. (2011): "Screencasting for mathematics online learning – a case study of a first year Operations Research course at a dual-mode Australian university". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Lokar, M., Luksic, P., Horvat, B. (2011): "Using Learning Blocks to Prepare E-Content for Teaching Mathematics". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.

- Lopez–Morteo, G., López, G. (2007): “Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects”. In *Computers & Education*. 48:4, 618 – 641
- Marcelo, C. (1992): *Aprender a enseñar: un estudio sobre el proceso de socialización de profesores principiantes*. Madrid: CIDE.
- Mas–Collell, A. (2003): “The European Space of Higher Education: Incentive and Governance Issues”. In *Rivista di politica economica*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.tau.ac.il/~razin/Mas–Colell.pdf>
- Mayes, R. (2004): “Review of Distance Education Literature.” Appalachian Collaborative Center for Learning. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED484862.pdf>
- McKenna, I. (2004): “Marco europeo de calificaciones: significado e importancia”. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.aneca.es/media/21725/publi_ponencias_20santander_202004.pdf
- MEC (2006): “Aclaraciones sobre el documento de 26 de septiembre de 2006 *La organización de las enseñanzas universitarias en España*”. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://firgoa.usc.es/drupal/node/32556>
- MEC (2006): “La organización de las enseñanzas universitarias en España”. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://firgoa.usc.es/drupal/node/31467>
- Meletiou–Mavrotheris, M. (2011): “Online Communities of Practice as Vehicles for Teacher Professional Development”. In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Melis, E., Siekmann, J. (2005): “e-learning Logic and Mathematics: What we Have and What we Still Need”. In *Essays in Honor of Dov Gabbay*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www–ags.dfki.uni–sb.de/~melis/Pub/MSforGabbay05.pdf>
- Merino, S. (2010). “Learning Math in the context of European Space for Higher Education” *Proceedings of the Conference On Mathematics Education Technology Oriented*. Málaga July 6th–10th, 2010
- Meyer, K. (2002): *Quality in distance education. Focus on Online learning*. Jossey–Bass, Hoboken.
- Michael, S., Balraj, L. (2003): “Higher education institutional collaborations: an analysis of models of joint degree programs”. In *Journal of Higher Education Policy and Management*, 25:2, 131 – 145
- Miller, T. (2011): “A Model for Asynchronous Discussions in a Mathematics Content Course”. In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA
- Miner, R., Topping, P. (2001): “Math on the Web: A Status Report – Focus: Distance Learning”. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.dessci.com/en/reference/webmath/status>

- Miner, R., Topping, P. (2003): "Math on the Web: A Status Report. Focus: Interactive Math". [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.dessci.com/webmath/status>
- Misfeldt, M., Sanne, A. (2011): "Formula editors and handwriting in mathematical e-learning." In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Muller, E., Buteau, C., Klincsik, M., Perjesi, I., Sarvari, C. (2009): "Systemic integration of evolving technologies in undergraduate mathematics education and its impact on student retention". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:1, 139 — 155
- Murfin, B. (2001): "A Case Study of Math and Science Teacher Education in a Collaborative Virtual Learning Environment". In *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(4), 405 – 425
- Neurath, R. A., Stephens, L. J. (2006): "The effect of using Microsoft Excel in a high school algebra class". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:6, 721 — 726
- Newton, R. (2003): "Staff attitudes to the development and delivery of e-learning". In *New library world*, 104:1193, 412 – 425
- Oates, G., Paterson, J., Reilly, I., Statham, M. (2005): "Effective tutorial programmes in tertiary mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 731 — 739
- Pajo, K., Wallace, C. (2001): "Barriers to uptake of web based technology by university teachers". In *Journal of Distance Education*, 16:1, 70 – 84
- Pardo, A., Ruiz, M. A. (2002): *SPSS 1.1. Guía para el análisis de datos*. Madrid: Alianza.
- Patton, M. Q. (1987): *How to use qualitative methods in evolution*. Beverly Hills: Sage.
- Pértega, S. et Pita, S. (2001). Métodos paramétricos para la comparación de dos medias. t de Student. Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña (España) *CAD ATEN PRIMARIA* 2001; 8: 37-41. [Fecha de consulta: 05/04/11] http://www.fisterra.com/mbe/investiga/t_student/t_student.htm
- Peterson, R. A. (2000): *Constructing effective questionnaires*. Thousand Oaks, CA. Sage.
- 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. In *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 439 – 459
- Pinto, J. S., Oliveira, M. P., Anjo, A. B., Pais, S. I., Isidro, R. O., Silva, M. H. (2007): "TDmat-mathematics diagnosis evaluation test for engineering sciences students". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38:3, 283 — 299
- Quality Assurance Agency for higher education (2006): *Code of Practice for the assurance of academic quality and standards in higher education*. United Kingdom. QAA. [Fecha de

- consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/codeOfPractice/>
- Raffai, M. (2004): "The Common Higher Education Reform of the European Space Educational Aspects of Computer and Information Science". In *Plenary Presentation, Interdisciplinary Information Management Talks International Conference*; Budweis 11/09/2004
- Raschke, C. (2003). *The Digital Revolution and the coming of the Postmodern University*. RoutledgeFalmer. London.
- Richards, C. (2002): "Distance education, on-campus learning, and e-learning convergences: an Australian exploration". In *International Journal on E-Learning*, 1:3, 30 – 39
- Rodríguez, G., Villa, A. de la. (2005): "Can computers change the trends in Mathematics Learning?: A Spanish overview". In *Plenary lecture at the 4th International Conference APLIMAT*. Slovak University of Technology Bratislava (Eslovaquia). [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/122.pdf>
- Sanz, A. (2006): "Specific Competences and Cognitive Procedures for Literaty in b-Learning". In *International Conference Literary Studies in Open and Distance Learning*. Irapetra, Crete, 7-9 April 2006. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.openlit.gr/abstracts.htm>
- Scheaffer, R. L., Mendenhall, W., Ott, L. (2007): *Elementos de muestreo*. México: Ed. Iberoamericana.
- Schneckenberg, D. (2009): "Understanding the real barriers to technology-enhanced innovation in higher education". In *Educational Research*, 51:4, 411 – 424
- Seiler, R., De Bra, P. (2004): "State of the Art in Mathematical E-learning". In *First WebALT Conference and Exhibition – WebALT2006*, Eindhoven, 5–6 Enero 2006. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://webalt.math.helsinki.fi/content/e110/e136/e217/e277/e289/Presentation_WebALT_D11_eng.pdf
- Seufert, S., Lechner, U., Stanoevska, K. (2002): "A Reference Model for Online Learning Communities". In *International Journal on E-Learning*. 1:1, 43 – 54
- Sevillano, M.L., Pascual, M.A., Bartolomé, D. (2007): *Investigar para innovar en enseñanza*. Madrid: Pearson. Prentice Hall.
- Sierra Bravo, R. (1984): *Diccionario práctico de estadística y técnicas de investigación científica*. Madrid: Paraninfo.
- Sierra Bravo, R. (1995): *Técnicas de investigación social. Teoría y ejercicios*. Madrid: Paraninfo.
- Silverman, C. (2011): "Developing Teacher's Mathematical Knowledge for Teaching through Online Collaboration". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M., Zvacek, S. (2003): *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of distance education*. 2ª ed. New Jersey: Merrill Prentice Hall. 302 págs.

- Skouras, A. (2006): "Coordinating formal and informal aspects of mathematics in a computer based learning environment". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37:8, 947 — 964
- Sloan Consortium (2005): *Growing by Degrees: Online Education in the United States, 2005*. [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.sloan-c.org/publications/survey/index.asp>
- Smith, G. G., Ferguson, D. (2004): "Diagrams and math notation in e-learning: growing pains of a new generation". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35:5, 681 — 695
- Stegmann, C., Huertas, M., Juan, A., Prat, M. (2008): "E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías". En *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5:2, 1 – 14
- Sumser, J. (2001): *A guide to empirical research in communication*. Thousand Oaks, CA. Sage.
- Swain, J. (2009): "A long way from flip charts". In *ORMS Today*, 36(1), 44 – 47
- Sweet, R. (1986): "Student Drop-out in Distance Education: An Application of Tinto's Model". In *Distance Education*, 7, 201 – 213
- Tariq, V. N., Jackson, V. (2008): "Biomathtutor: evaluation of a new multimedia e-learning resource to support mathematics in the biosciences". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:8, 1003 — 1021
- Teichler, U. (2005): "Research on Higher Education in Europe". In *European Journal of Education*, 40:4, 447 – 469
- Tejedor, F. J. (2000): "El diseño y los diseños en la evaluación de programas". En *Revista Investigación Educativa*, 18, 319 – 339
- Tempelaar, D., Rienties, B., Kaper, W., Giesbers, B., Van Gastel, L., Van de Vrie, E.; Van der Kooij, H., Cuypers, H. (2011): "Mathematics bridging education using an online, adaptive e-tutorial: preparing international students for higher education". In Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Stegmann, C. (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.
- Thorndike, R. M. (1997): *Measurement and evaluation in psychology and education*. Nova York: McMillan.
- Tomusk, V. (2004): "Three bolognas and a pizza pie: notes on institutionalization of the European higher education system". In *International Studies in Sociology of Education*, 14:1, 75 – 96 [Fecha de consulta: 4 de agosto de 2010] Disponible en: http://www.tsu.ge/data/file_db/qa_conferences/Bologna.pdf
- Tonkes, E. J., Isaac, P. S., Scharaschkin, V. (2009): "Assessment of an innovative system of lecture notes in firstyear mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:4, 495 — 504

- Tonkes, E. J., Loch, B. I., Stace, A. W. (2005): "An innovative learning model for computation in first year mathematics". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36:7, 751 — 759
- Trindade, A., Carmo, H., Bidarra, J. (2000): "Current Developments and Best Practice in Open and Distance Learning". In *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 1:1
- Tuckman, B. W. (1972): *Conducting educational research*. Nova York: Hacourt.
- Walczyk, J., Ramsey, L. (2003): "Use of Learner–Centered Instruction in Collage Science and Mathematics Classrooms". In *Journal of Research in Science Teaching*. 40:6, 566 – 584
- Walczyk, J., Ramsey, L., Zha, P. (2007): "Obstacles to instructional innovation according to college science and mathematics faculty". In *Journal of Research in Science Teaching*. 44:1, 85 – 106
- Wang, P., Mikusa, M., Al–shomrani, S., Chiu, D., Lai, X., Zou, X. (2005): "Features and Advantages of WME: a Web–based Mathematics Education System". In *Proceedings of IEEE/SoutheastCon 2005*, IEEE, Fort Lauderdale, FL.
- Wang, Y., Swanson, C., Lam, S. (2001): "Computer assisted mathematics learning environment – a study on the computer, math, and human interaction". In Price, J. et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2001*, 1392 – 1393
- Weibersberg, H., Krosnick, J.A., Bowen, B.D. (1996): *An introduction to survey research, polling and data analysis*. Thousand Oaks: CA. Sage.
- Wimmer, R.D., Dominick, J.R. (1996): *La investigación científica de los medios de comunicación. Una introducción a sus métodos*. Barcelona: Bosch.
- Wolf, R. M. (1992): "Cuestionarios". En Husen, T. y Postlethwante, T. N. (eds), *Enciclopedia Internacional de la Educación*. Barcelona: Vicens Vives.
- Yushau, B. (2006): "Computer attitude, use, experience software familiarity and perceived pedagogical usefulness: the case of mathematics professors". In *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2:3, 1 – 17
- Zembat, I. O. (2008): "'Pre–service teachers" use of different types of mathematical reasoning in paper–andpencil versus technology–supported environments". In *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39:2, 143 — 160
- Zirkle, C. (2003): "Distance education in career and technical education: A review of the research literature". In *Journal of Vocational Education Research*, 28:2, 151 – 171
- Zirkle, C. (2009): "Distance education: The state of the art in career and technical education". In MacLean, R.; Wilson, D. (eds.): *International Handbook of Education for the Changing World of Work*, Part VI, Section 11, 2003–2018, Springer Science
- Zoontjens, P. (2001): "Higher education in European space: Companies in a state context". In *European Journal for Education Law and Policy*, 5, 165 – 168

Anexos

1. CUESTIONARIOS

Versión 1 del cuestionario.

Encuesta EA España

1. [V.5] Colectivo profesional

Otro colectivo

2. [V.4] Años experiencia docente:

3. [V.4] Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora las siguientes cuestiones:

[P1] Nivel de adaptación actual al Espacio Europeo de Educación Superior	--
[P2] Nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior	--
[P3] Nivel de uso de entornos online complementarios a la formación presencial (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet	--
[P4] Nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación (existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	--
[P5] Nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación (existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	--
[P6] Nivel de cambios que esperas motive la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación	--
[P7] de uso de material docente o recursos docentes en inglés	--

4. [V.4] Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones:

[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico	--
[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet, recursos multimedia, etc.	--
[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior	--

ENVIAR

[Página 1 / 1]

Borrar página

Powered by [Netquest®](#).



Imprimir página

Versión 2 del cuestionario

http://62.81.185.120//jsps/control/front.jsp?accion=CclienteInicioR...

Encuesta EA España

1. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora las siguientes cuestiones:

	muy bajo	bajo	neutro	alto	muy alto
[P1] Nivel de adaptación actual al Espacio Europeo de Educación Superior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P2] Nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P3] Nivel de uso de software de tipo matemático/estadístico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P4] Nivel de uso de entornos online complementarios a la formación presencial (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P5] Nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación (existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P6] Nivel de cambios que esperas motive la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P7] de uso de material docente o recursos docentes en inglés	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones:

	muy negativo	negativo	neutro	positivo	muy positivo
[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet, recursos multimedia, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. [V.5] Colectivo profesional

- Titular Universitario
- Titular de Escuela Universitaria
- Agregado
- Contratado Doctor
- Ajudante Doctor
- Otro colectivo

4. [V.4] Años experiencia docente:

- menos de 5
- de 5 a 10
- de 10 a 20
- más de 20

ENVIAR

[Página 1 / 1]

Borrar página

Powered by Netquest®.



Imprimir página

Cuestionario piloto

http://62.81.185.120//jsps/control/front.jsp?accion=ClienteInicioR...



Proyecto Mathematical E-Learning (EA2007-0310)

Envío Prueba Consultores

1. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora las siguientes cuestiones:

	muy bajo	bajo	neutro	alto	muy alto
[P1] ¿Cuál es el nivel de adaptación actual al Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P2] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P3] ¿Cuál es el nivel de uso de software de tipo matemático/estadístico?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P4] ¿Cuál es el nivel de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P5] ¿Cuál es el nivel de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P6] ¿Qué nivel de cambios ha implicado la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P7] ¿Cuál es el nivel de uso de material o recursos docentes en inglés?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones:

	muy negativo	negativo	neutro	positivo	muy positivo
[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. [v.5] Colectivo profesional:

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Catedrático de Universidad | <input type="radio"/> Ayudante Doctor |
| <input type="radio"/> Titular de Universidad | <input type="radio"/> Colaborador |
| <input type="radio"/> Catedrático de Escuela Universitaria | <input type="radio"/> Ayudante no Doctor |
| <input type="radio"/> Titular de Escuela Universitaria | <input type="radio"/> Asociado |
| <input type="radio"/> Contratado Doctor | |
| <input type="radio"/> Otro colectivo <input type="text"/> | |

4. [v.4] Años de experiencia docente:

- menos de 5
 de 5 a 10
 de 10 a 20
 más de 20

ENVIAR

[Página 1 / 1]

Borrar página

Powered by Netquest®.



Imprimir página

Cuestionario definitivo (versión enviada)

http://62.81.185.120//jsps/control/front.jsp?accion=ClienteInicioR...



Proyecto Mathematical E-Learning (EA2007-0310)

1. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:

	muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
[P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P2] ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P3] ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P4] ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones en relación al proceso de adaptación al EEES:

	muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
[P5] ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la próxima adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P6] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P7] ¿Qué nivel de cambios ha implicado o implicará la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones:

	muy negativo	negativo	neutro	positivo	muy positivo
[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. [V.5] Colectivo profesional:

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Catedrático de Universidad | <input type="radio"/> Ayudante Doctor |
| <input type="radio"/> Titular de Universidad | <input type="radio"/> Colaborador |
| <input type="radio"/> Catedrático de Escuela Universitaria | <input type="radio"/> Ayudante no Doctor |
| <input type="radio"/> Titular de Escuela Universitaria | <input type="radio"/> Asociado |
| <input type="radio"/> Contratado Doctor | |
| <input type="radio"/> Otro colectivo <input type="text"/> | |

5. [V.4] Años de experiencia docente universitaria:

- menos de 6
 de 6 a 11
 de 12 a 18
 más de 18

2. ARTÍCULOS EN REVISTAS ESPECIALIZADAS

- Juan, A.; Steegmann, C.; Martinez, M.; Huertas, M.; Simosa, J. (2011): **“Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors’ point of view”**. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 42, Issue 2, pp. 141 – 153. DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X.
- Steegmann, C.; Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M. (2008): **“E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías”**. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Volume 5, Issue 2, pp. 1-14. ISSN: 1698-580X
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Corcoles, C.; Serrat, C. (2008): **“Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia”**. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Volume 39, Issue 4, pp. 455-471 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Terradez, M. (2006): **“TIC y Matemáticas en la UOC”**. Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 7. ISSN: 1138-9737
- Steegmann, C.; Juan, A.; Huertas, M. (2011): **“Enseñanza de las matemáticas asistida por las tecnologías del aprendizaje y la comunicación: el proyecto M@thelearning.”** Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-CAEU), núm 55/4 (maig 2011). ISSN: 1681-5653
- Steegmann, C. (2011): **“E-learning de las Matemáticas en institutos de Cataluña”**. Revista Comunidad Escolar, Experiencias, núm. 893, 27 de maig de 2011. ISSN: 1989-7316 NIPO: 660-09-015-2

3. LIBROS DE INVESTIGACIÓN Y CAPÍTULOS

- Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): **Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies** (IGI Series in Advances in Distance Education Technologies). IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
- Juan, A.; Faulin, J.; Fonseca, P.; Steegmann, C.; Pla, L.; Rodriguez, S.; Trenholm, S. (2009): **“Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the**

Open University of Catalonia". In B. Olaniran (ed.): *Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy*, pp. 298-311. ISBN: 978-1-60566-942-7. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)

4. PONENCIAS EN CONFERENCIAS ESPECIALIZADAS

- Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M.; Steegmann, C. (2008): **"Mathematical E-Learning in the context of the European Space of Higher Education: The Case of the Spanish University System"**. En Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008), pp. 7001-7007. ISBN: 978-84-612-5091-2. D.L. V-4318-2008. Madrid, Spain. November 17-18.
- Huertas, M.; Juan, A.; Serrat, C.; Corcoles, C.; Steegmann, C. (2006): **"Math On-line Education: state of the art, experiences and challenges"**. Resumen en Proceedings of the 2006 International Congress of Mathematicians (ICM 2006), pp. 578-579. ISBN: 978-3-03719-022-7. Madrid, Spain. August 22-30.
- Huertas, M.; Juan, A.; Steegmann, C. (2006): **"Designing Math on-line Courses for CS Students: experiences at the UOC"**. En Proceedings of the First WebALT Conference and Exhibition (WebALT06), pp. 7-21. ISBN: 952-99666-0-1. Eindhoven, Holland. January 5-6.

5. OTRAS CONFERENCIAS INTERNACIONALES

- Steegmann, C.; Juan, A.; Huertas, M.A.; Perez, A.; Sancho, T.; Corcoles, C.: **"E-Math Project: An Open and e-Collaborative Mathematical Repository developed at the Open University of Catalonia"**. 3rd Joining Educational Mathematics Workshop. Barcelona, Spain. January 31 – February 2, 2008.

6. TALLERES Y SEMINARIOS NACIONALES

- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.: **"3rd International Workshop on Mathematical E-Learning. E-MATH 2011"**. Barcelona, 21 – 23 June 2011
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C., Prat, M.: **"Mathematical E-Learning: estado de la cuestión y experiencias en la Universitat Oberta de Catalunya"**. Invitado al Seminario en el Centro Superior de Innovación Educativa of the Public University of Navarre. Pamplona, Spain. April 17th, 2008.

- Huertas, M.; Juan, A.; Steegmann, C. et al: **“Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas”**. XI Congreso Universitario en Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú, Spain. July 23-25, 2003.

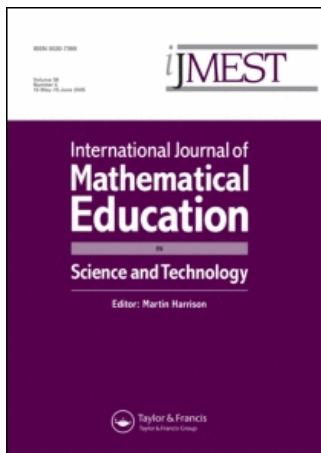
7. PROYECTOS

- 2008-2009: **“e-M@th++: Análisis de tecnologías emergentes para la creación de repositorios web inter-universitarios en el ámbito de las matemáticas y la estadística”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2008-0151. Main researcher: Dr. Julian Minguillon (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 26,700 euros
- 2008-2009: **“Disseny i creació d’un repositori d’objectes d’aprenentatge de Matemàtiques i Estadística”**. Department of Universities, Research & Information Society of the Catalan Government. 2008MQD 00131. Main researcher: Dra. Maria A. Huertas (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 9,600 euros
- 2007-2009: **“Joining Educational Mathematics”**. eContentPlus 38208 Thematic Network (European Commission). Main researcher: Dr. Mika Seppälä (University of Helsinki). Subvention: 100,000 euros
- 2007-2008: **“e-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al EEES”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2007-0310. Main researcher: Dra. Maria A. Huertas & Dr. Angel A. Juan (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 16,200 euros
- 2006-2009: **“REMIC: Recerca en Educació Matemàtica i Científica”**. Department of Universities, Research & Information Society of the Catalan Government. XIRE 2006, DOGC 4595. Main researcher: Dra. Roser Pintó (Universitat Autònoma de Barcelona, Spain). Subvention: 100,000 euros
- 2002-2003: **“e-Math: Uso e integración de Internet y software especializado en el diseño curricular de asignaturas cuantitativas universitarias”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2002-0125. Main researcher: Dr. Josep M. Duart & Dr. Angel A. Juan (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 36,600 euros

8. PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS Y PPT

A continuación se presentan, íntegramente, las cinco publicaciones (tres artículos, un capítulo de un libro y un libro completo) derivadas de la investigación. También se muestra la presentación de la memoria en power point.

This article was downloaded by:[Juan, Angel A.]
On: 17 June 2008
Access Details: [subscription number 794097575]
Publisher: Taylor & Francis
Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954
Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



International Journal of Mathematical Education in Science and Technology

Publication details, including instructions for authors and subscription information:
<http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713736815>

Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia

A. Juan ^a; A. Huertas ^a; C. Steegmann ^a; C. Corcoles ^a; C. Serrat ^a
^a Department of Computer Sciences, Open University of Catalonia, Rambla del Poblenou, 08018 Barcelona, Spain

First Published: June 2008

To cite this Article: Juan, A., Huertas, A., Steegmann, C., Corcoles, C. and Serrat, C. (2008) 'Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia', International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 39:4, 455 — 471

To link to this article: DOI: 10.1080/00207390701867497
URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00207390701867497>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Full terms and conditions of use: <http://www.informaworld.com/terms-and-conditions-of-access.pdf>

This article maybe used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden.

The publisher does not give any warranty express or implied or make any representation that the contents will be complete or accurate or up to date. The accuracy of any instructions, formulae and drug doses should be independently verified with primary sources. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia

A. Juan*, A. Huertas, C. Steegmann, C. Corcoles and C. Serrat

*Department of Computer Sciences, Open University of Catalonia,
Rambla del Poblenou, 156, 08018 Barcelona, Spain*

(Received 23 May 2007)

In this article we present a review of the state of the art in mathematical e-learning and some personal experiences on this area developed during the last eleven years at the Open University of Catalonia (UOC), a completely online university located in Spain. The article discusses important aspects related to online mathematics courses offered in higher education programs, including: benefits and challenges, universities offering this type of education, methodological considerations, emergent technologies, learning projects and environments, etc. Also, key aspects of the UOC mathematical e-learning model and its historical evolution are described and analysed. Special attention is paid to mathematical curricula in computer sciences degrees, where a lot of work needs to be done in order to adapt mathematics courses to the continuously changing educational necessities of students. A curricula design proposal, based on a top-down approach, is presented as a best practice. Finally, some trends and future perspectives on the subject are suggested.

Keywords: mathematical education; e-learning; higher education

1. Introduction

Information and communication technologies have produced important changes in modern societies. These changes, in turn, have a strong influence on the university environment since they imply the appearance of both new educational necessities and new methodological opportunities [1]. As a result of this influence, innovative learning models arise in which the role that instructors and students develop differs partly from the one established during the last century. This way, in the Internet-based education or e-learning, a redefinition of the teaching–learning process is taking place. This redefinition affects both universities – as institutions – and the knowledge areas they cover.

One important point regarding new educational necessities is that, in the information society, our individual knowledge must be reviewed and updated throughout our entire life. In effect, a university degree is not enough to provide us with all those concepts and skills that we will need in our extensive and changing professional career but, on the contrary, a university degree constitutes just the starting point of a continuous educational process which will last all our life. Therefore, a significant part of this educational process must be compatible with individual work responsibilities or familiar duties, and

*Corresponding author. Email: ajuanp@gmail.com

information and communication technologies can be of great help in order to facilitate this compatibility.

In the methodological arena, educational technologies offer new ways to communicate, collaborate and participate in learning processes. These educational technologies include online environments for individual and collaborative learning, Internet resources for teaching and learning, academic materials in electronic format – which makes them more portable and allows for easy upgrades –, specific subject software, online communities, etc.

Since technology is changing the methods by which education is delivered, face-to-face colleges and universities across the world are confronting several transformations which affect the nature of the courses and degree programs they offer. These technological innovations have also driven the growth of distance learning opportunities, as students who are time bound – due to job or travel difficulties – or place bound – due to geographic location or physical disabilities – can now access courses and degree programs at their convenience. Because of the rapid growth of distance and global education, e-learning models are currently practiced widely all over the world. As Seufert, Lechner and Stanoevska [2] point out, ‘e-learning models can provide high-quality educational offerings at the same time they allow for convenient and flexible learning environments without space, distance or time restrictions’.

Moreover, educational technologies facilitate the shifting from a traditional educational paradigm – centred on the figure of a masterful instructor – to an emergent educational paradigm which considers students as active and central actors in their learning process. In this new paradigm students learn, with the help of instructors, technology and other students, what they will potentially need in order to develop their future academic or professional activities. The instructor’s role is, therefore, moving from one related to a knowledge transmission agent to another related to a specialist agent who designs the course, guides and supervises the student’s learning process [3]. This paradigm is commonly known as ‘teaching to learn’ or, as it is mentioned in Raschke [4], the post-modern university paradigm. Frontiers between both paradigms are not very clear since both coexist and they are interrelated. On the one hand, it happens that educational technologies – online courses, virtual classrooms and student support through e-mail or posted notes – are used in combination with traditional methodologies and curricula. On the other hand, it is frequent to find out online courses that combine a student-centred methodology with materials that come from the traditional model – lecture notes and blackboard dissertations, for example.

Regarding the area of mathematics¹ teaching and learning, reforms are widespread – not only in the e-learning arena but also in the traditional face-to-face education –, and many instructors have been encouraged to try new strategies such as online support, collaborative learning, integration of mathematical software in their courses, and new, engaging curriculum that requires promoting conceptual understanding by the students instead of procedural knowledge [5]. According to Lai, Pratt and Grant [6], with respect to the state of the art in mathematical e-learning (MEL), there are many aspects to consider, among others: (a) the type, range and amount of technology being used, (b) the range and level of courses and programs provided, (c) the pedagogical issues – i.e. how the technology is being used and (d) the institutional support provided both for students and instructors.

In the case of an entire online university like the Open University of Catalonia, which uses an asynchronous learning model, the student-centred educational paradigm impregnates all academic acts and activities. As part of a wider academic catalogue, the UOC offers undergraduate and graduate degrees on Computer Sciences and Business

Management since 1996, and it currently has more than 34,000 enrolled students and more than 400 instructors (tutors and lecturers). Technical and administration staff, students and instructors share information and knowledge via the Virtual Campus (www.uoc.edu), an extranet specially designed for developing and managing online university degrees.

2. Benefits of mathematical e-learning

E-learning programs and technologies can offer relevant benefits to students. According to Zirkle [7], the following are some of the main benefits for them:

- Relief from the constraints imposed by having to attend a class on campus at a scheduled time.
- Possibility of self-pacing some of the course content and activities.
- Improvement in access to education for those students with physical disabilities.
- Contribution to the development of technical skills.

Regarding the last of the benefits mentioned above, it seems clear that the student's technical skills and competencies may be significantly improved by having to: (a) interact with mathematical software, (b) communicate with instructors and other students via e-mail, posted notes or chats and (c) develop collaborative projects via web-based platforms, such as Moodle² (<http://moodle.org/>), BSCW (<http://bscw.fit.fraunhofer.de>), etc. Of course, these social and technical experiences can be very valuable for the student's future career in a global world.

In particular, interaction with mathematical software – both in face-to-face or in online courses, can provide additional benefits to students, since this interaction can help them to gain a better understanding of some mathematical concepts, procedures and applications. Specifically, according to Rodríguez and Villa [8], the following benefits can be derived from the use of mathematical software:

- A better visualization of mathematical concepts by sketching graphs, surfaces, etc.
- A constructivist approach to mathematical knowledge by experimenting with different scenarios and performing 'what-if analysis' (parametric analysis) or sensitive analysis.
- A development of a critical spirit by facilitating different solving methods – analytical, simulation, etc. – to problems and more complete analysis of the results.
- A release from mechanical work: once the student has assimilated the concepts and the solving process for simple cases, she can – and should – use computers to solve more difficult calculations, just as she will do in her future career. In this sense, computers allow to save time that traditionally has been employed in solving operations manually. This time, in turn, can be employed in more constructive processes, such as learning more mathematical concepts or exploring additional applications of the already learned ones.
- A reduction in the gap between theory and practice: the use of mathematical software allows the modelling and solving of real problems, when real conditions and data can be used without having to add simplifying restrictions.

After more than ten years teaching online mathematics courses at the UOC, we can state that integration of software-based practices in these courses increases students' motivation during the learning process, which eventually influences their performance in a positive way.

Finally, an additional benefit for e-learning students might be the possibility of interacting with world-class specialists that collaborate online with the institution, or even the possibility of completing some degree courses at universities from other regions or countries.

Internet-based distance education programs, in combination with the use of mathematical software, also offer several benefits to instructors and institutions:

- The opportunity to develop networked teams of instructors, who can collaborate online both in educational and research programs.
- The possibility of offering education in several languages to students from different countries or regions. This, in turn, could help foreign-language students enrolled in mathematics courses to avoid potential problems such as those detected by Barton, Chan, King, Neville-Barton & Sneddon [9].
- The opportunity to revisit and improve curricula, teaching methodologies and materials – e.g. laboratory tutorials could be employed without typical restrictions on availability of computer rooms; furthermore, use of multimedia and interactive documents is enhanced.
- The possibility to model and solve real life problems that are either too complicated or too time consuming to be analysed within a limited time or without the assistance of computers.
- In the context of the European Space for Higher Education (www.bologna-bergen2005.no), the opportunity of sharing materials, methodologies and experiences among universities in order to ensure: (a) compatibility of curricula, and (b) assessment of theoretical, practical and transversal competencies and capabilities [10].
- Going one step further, the possibility to offer joint degrees in conjunction with other universities [11] – e.g. each university could specialize in a knowledge area and offer the corresponding part of the degree; different approaches on the use of mathematical software and applications could then be shared.

3. Students' and instructors' perceptions of e-learning

Until now, we have seen very few scientific articles and reports about the students' opinions of Internet-based education. Sikora and Carroll [12] found post-secondary students taking courses both on campus and at distance to be equally satisfied with distance courses and classroom courses. Additional studies have documented the favourable perceptions of students involved in distance education [13]. With regard to student performance in distance education, Willis and Joyner [14] found no differences between on-campus students who took an information technology class online, and off-campus students who also took the class online. In their European survey report, McCullough and Aimard [15] found out that 92% of the surveyed population – students and instructors – considered that e-learning had really supported their teaching/study, mainly because of the advantages it offers in flexibility, better time management and autonomy/responsibility. Surveyed students and instructors considered required self-discipline as the main obstacle to teaching/studying in an e-learning environment. On the other hand, involvement intensity of the participants and presence and quality of technical support were considered as the key success factors in e-learning education. Finally, 95% of the surveyed population associated e-learning with innovation, in the sense that it creates new kinds of relationships

between the different agents involved in the learning/teaching process and gives wider access to content and knowledge.

4. Challenges of mathematical e-learning

Typically, any type of distance education presents higher dropout rates than traditional programmes [16]. The nature of distance education can create a sense of isolation in learners, and students can feel disconnected from the instructor, the rest of the class and even the institution. It is necessary, then, that instructors provide just-in-time guidance to student's activities and also that they provide regular – almost daily – feed-back on these activities, i.e.: not only scores, but also detailed revisions or, at least, models of the correct solutions. On the other hand, communication among students should also be facilitated and promoted by instructors – who should encourage students' participation in the web spaces devoted to that function –, and by the institution – which should provide an easily usable and efficient web platform that could be used as an online virtual campus. As Simonson, Smaldino, Albright and Zvacek [17] point out, another usual problem is students having difficulties with the use of technology. Both instructors and their institutions should ensure that students are prepared and have the necessary training before starting an e-learning course or program.

In the case of mathematical e-learning, some additional barriers might arise, since this knowledge area tends to be a high-demanding one for students. In effect, mathematical students are required to obtain and apply not only abstract concepts but also abstract-thinking skills. In this sense, at the UOC we have observed the following potential problems:

- Students' mathematical background: Most of our students are adults who may have not been in contact with mathematics and mathematical notation for years. Therefore, special attention must be paid to their background and, in most cases, some reinforcement or reviewer courses must be given to them before starting with the more advanced ones.
- Students' lack of motivation: Most students from Computer Sciences, Business Management and Social Sciences degrees show a lack of motivation for mathematical subjects. This lack of motivation is mainly due to the fact that, in many situations, they do not understand the added value that these courses – specially the most theoretical ones – offer to their curriculum. This is a risk factor since, as Meyer [18] points out, online students need motivation as a very important variable to learn in an online environment. Use of software-based activities and use of a professionally oriented approach can enhance students' motivation for these subjects. Recent research seems to support the convenience of using this professionally oriented approach. For instance, [19] conclude that: 'An important dimension of curricula that can encourage students towards broader conceptions of mathematics is making explicit connections between students' courses and the world of professional work'.
- Overloaded courses: Often, the number of hours that students have to invest to pass mathematics-related courses is greater than the number of hours invested in passing other courses with equivalent number of credits. This is especially true in the case of students with a poor mathematical background – which, as we said, is not an infrequent situation among adult students. Therefore, it becomes

sometimes necessary to review and readjust the course workload to the real number of credits that it has been assigned.

- Lack of face-to-face interaction: Many learning activities, especially those that provide practical skills, benefit from the face-to-face interaction among instructors and students. Obviously, in an online environment this kind of interaction is not possible and, therefore, other interaction methodologies – e.g. collaborative learning or online forums – must be introduced in order to compensate this deficiency. Some studies have already shown the effectiveness of collaborative learning in the mathematical education arena [20].
- Poor integration of mathematical notation with computers: Even when there are several software solutions that offer equations-editing capabilities, and even when a lot of work is still being developed in this area, it is still far more tedious to communicate mathematical concepts by using mathematical notation in a digital environment than by using it in a more traditional environment like a blackboard, a simple sheet, etc. Students should use plain text whenever possible to avoid having to invest more time than necessary in equations edition.

(Table 1) summarizes the main students' challenges and problems detected by the UOC faculty over the last years and the methodological measures proposed to reduce their effects:

On the instructor side, one important challenge can be the time required to design the course and, once it has started, to effectively provide guidance and support to students [21]. Teaching with technology presents continual demands for faculty training and professional development and, therefore, universities must provide their instructors with specific refresher courses and efficient technological tools oriented to facilitate the design and development of online courses, including monitoring of students' activity. These measures can significantly contribute to overcome possible faculty resistance to use of e-learning technologies [22] [23] or mathematical software [24].

Finally, on the institution side, e-learning is a cost-intensive method to deliver education. The start-up and ongoing costs of e-learning courses and programs are significant, due in part to the cost of: (a) communication technology – dedicated servers,

Table 1. MEL students' challenges and corresponding methodological measures at the UOC.

Challenge/Problem	Proposed solution
1. Perception of isolation	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instructors should provide just-in-time guidance ■ Instructors should provide daily feed-back ■ Instructors should enhance use of forums
2. Lack of technological skills	<ul style="list-style-type: none"> ■ Institutions should offer preparatory courses ■ Institutions should enhance usability of e-learning environment
3. Poor mathematical background	<ul style="list-style-type: none"> ■ Institutions should offer reinforcement courses and materials
4. Lack of motivation	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instructors should use a professional-oriented approach ■ Instructors should integrate mathematical software in courses
5. Overloaded courses	<ul style="list-style-type: none"> ■ Faculty should review and readjust course workload
6. Lack of face-to-face interaction	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instructors should promote collaborative learning and use of forums
7. Limited equations-editing capabilities	<ul style="list-style-type: none"> ■ Students should use plain text whenever possible

telecommunication lines, etc. – and specialized staff who must support it, (b) licensed software – web platforms, operating systems, database managers, mathematical software, utilities, etc. – and (c) formative courses and programs for faculty and administration staff, both at methodological and technical levels, including annual upgrading courses on new versions of mathematical software and web platforms.

5. Universities offering mathematical e-learning

Colleges and universities involved with career and technical education have been developing courses and programs for delivery through Internet-based distance education. Curricular models vary, and schools range from offering a handful of courses to full degree options. Some universities are providing the same courses to distance and on-campus students. These universities are called dual-mode or mixed-mode institutions [25]. On physical campuses, students' traditional face-to-face learning is often augmented by the use of web-based materials and support and multimedia presentations. In this sense, it seems clear that face-to-face and e-learning models are converging in traditional institutions. Just to give some numbers: According to the Sloan Consortium [26], in the US, almost two-thirds of all schools offering face-to-face courses also offer online courses, and more than 40% of schools offering Master's degree programs also offer these programs online. There, the total amount of e-learning students is estimated to be about 2.5 million, with an estimated increasing rate of 18% each year.

Regarding mathematical e-learning, there are a considerable number of important universities offering online courses and degrees on mathematics, some of them are listed in Appendix 1. Most universities offering this type of education in the US and Europe are members of some of the following organizations: United States Distance Learning Association, USDLA (www.usdla.org), American Distance Education Consortium, ADEC (www.adec.edu), European Association of Distance Teaching Universities, EADTU (www.eadtu.nl).

Historically, distance education has had to battle for recognition and consequently procedures for demonstrating quality were developed early. Credibility of quality management has increased with the introduction of e-learning. Some two well-known examples of international organizations involved in e-learning quality accreditation are: the European Foundation for Quality in e-Learning or EFQUEL (www.qualityfoundation.org), and the International Organization for Standardization (ISO) – Standard on Quality for e-Learning (www.iso.org).

6. Some methodological aspects regarding mathematical e-learning

Current research recognizes the importance of all forms of learning being focused on the students, with them being active participants in their learning, where they can make choices in how learning is delivered [6]. Following these tendencies, universities are increasingly using a student-centred approach to their teaching – both in face-to-face and in distance education. Instructors are taking advantage of the opportunities offered by the technology to implement an innovative approach where students are at the centre of the class and instructors are acting as guides or facilitators [27]. Interaction is seen as important, with instructors using technology to increase interaction between students and themselves and also among students – collaborative learning. Despite this predominant tendency, some studies point out an infrequent use of learner-centred instruction

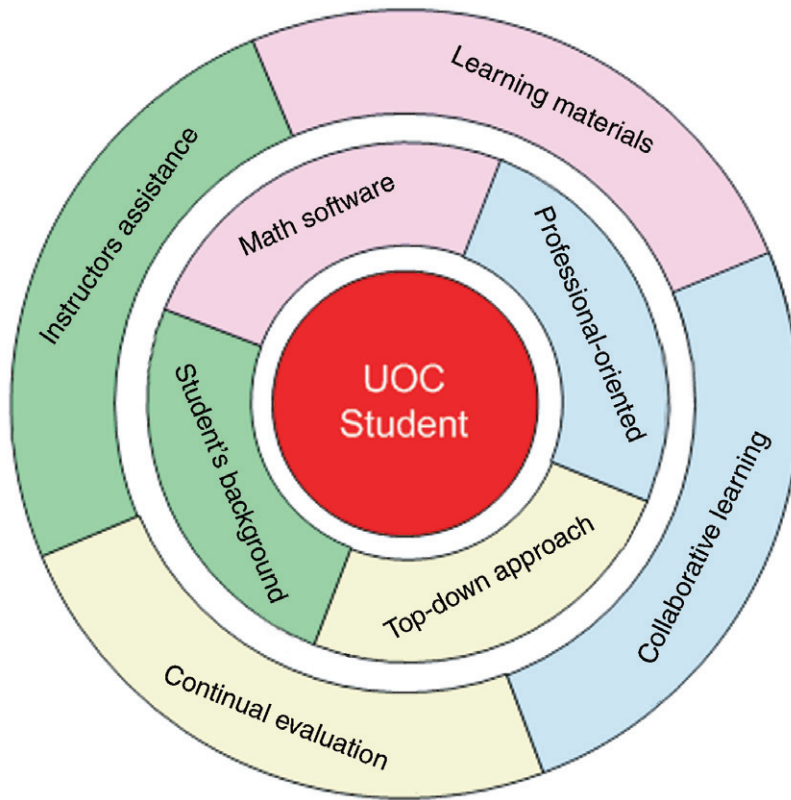


Figure 1. Student-centred educational model at the UOC.

in higher-education mathematics courses [28], and some possible causes for this lack of use have been also identified [29]. In the case of the UOC pedagogical model, the student is considered to be the main agent of the learning process, which relies on four fundamental pillars: (a) specifically designed learning materials, (b) instructors' assistance, (c) continual evaluation process, and (d) online collaborative learning. (Figure 1) shows a graphical representation of our model. The external annulus corresponds to the general e-learning model, which applies to all courses at the UOC. The internal annulus corresponds to specific courses on mathematics. Some important aspects of this model will be explained and discussed throughout the remainder of this article.

Based on our experiences at the UOC, we can state that learning mathematics at a distance using technology without face-to-face instructional support is not easy at all. As mentioned before, the majority of our students are working adults, most of them between 25 and 35 years old. In most cases, these students left mathematical education several years ago and, therefore, they tend to suffer from a lack of basic mathematical background which, additionally, causes them some anxiety. These problems need to be addressed before starting the regular courses. Furthermore, specific courses should be necessary to prepare students for the actual technological and pedagogical characteristics of the e-learning environment that they will use when completing a degree.

During the course development, instructors should make use of different available e-learning methods and strategies – such as dynamic presentations, laboratory tutorials, simulations, concept discussions, interaction and collaboration with other

students – to support activity, exploration and creation, which could assist students in constructing their own mathematical knowledge; students should learn mathematics with understanding, actively building new knowledge from experience and prior knowledge. Additionally, feedback from instructors and constant consultation by e-mail or posted notes are fundamental components of an efficient e-learning process. Effective mathematics teaching requires understanding what students know and need to learn and then challenging and supporting them to learn it well. As Sakshaug [30] points out, ‘Mathematics educators need to establish relationships between learners and themselves and among learners in distance education settings.’

Another important issue to address refers to the efficiency of the evaluation process. In this sense, it is critical to define evaluation strategies that allow ensuring authorship of all online tests carried out during the semester. At the same time, final face-to-face exams might be necessary to complement the evaluation process [31]. These exams should always be coherent – in contents and difficulty levels – with already performed tests [32].

Finally, it should be noted that a mathematical e-learning curriculum is more than a collection of activities: it must be coherent, focused on important mathematics, and it must efficiently integrate the use of mathematical software and Internet resources.

7. Technologies and projects related to mathematical education

A wide range of technology is used at universities offering mathematical e-learning: Internet, audio and video conferencing, generic web platforms – such as Blackboard, WebCT, Angel and Moodle –, specific web platforms – such as Maple TA and Le Active Math –, mathematical software – Maple, Mathematica, Mathcad, Matlab, Octave, Wiris, Minitab, SPSS, S-Plus, R, SAS, etc. Advanced technologies are increasingly being available to support pedagogical approaches that are more student-centred.

Furthermore, as Lee [33] states, technology fits well with constructivism through animated objects, interactive tools, rich simulated worlds, narrated explanations and hypertext, which are types of multimedia elements that make sense in the constructivist paradigm.

Finally, it is important to note that various technologies and e-learning platforms are now available for using dynamic mathematical notation on the web and for viewing both mathematically rich material and graphs. Most of these technologies are based on two eXtensible Markup Language (XML) standards: Mathematical Markup Language (MathML) and Scalable Vector Graphics (SVG) [34] [35]. Many institutions also use Java applets for developing interactive web pages and course materials. Appendix 2 contains a list of relevant technological projects related to mathematical e-learning. Additionally, a list of advanced technologies and standards that are modelling the present and future of mathematical e-learning can be found in Appendix 3.

8. Historical evolution of mathematical e-learning at the UOC

In this section we will discuss some experiences regarding methodological evolution of mathematical e-learning at the UOC. In particular, we will focus on how mathematical e-learning has been evolving at the Studies of Computer Sciences (CS) during the last years. These Studies have been offered at the UOC since 1996. At the beginning, they had only a dozen of registered students. Nowadays, they have more than 3000 registered students. Each term more than 1000 students follow an introductory course on Logic,

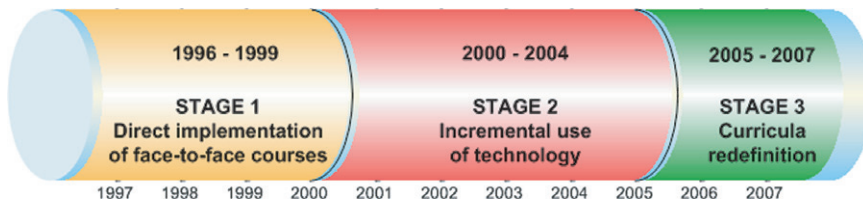


Figure 2. Historical evolution of MEL at the UOC.

more than 500 students follow an introductory course on Linear Algebra, more than 400 students follow courses on Calculus, Probability and Statistics, and more than 500 students follow a course on Discrete Mathematics. During all these years, there has been a continuous reforming process involving the way mathematics are taught and learned at the UOC. We can distinguish three major stages in this process (Figure 2).

8.1. Stage 1 (1996 – 1999): direct implementation from face-to-face courses

When the CS degree started in 1996, both the curricula and the methodological model of the traditional face-to-face universities were directly implemented in the new online environment. For instance, course materials were simply traditional books for distance education with some additional document in digital format – such as PDF or HTML – and, at best, some videos. Soon, it became obvious that instructor’s role in an online environment was quite different than a traditional one [36]. Consequently, a new methodological approach was necessary.

8.2. Stage 2 (2000–2004): incremental use of technology and innovative methodologies

At this second stage, many innovative experiences were began. The goal was to improve the overall quality of learning-processes at the UOC. To pursue that goal, more information and communication technology resources were employed in the development of new mathematical materials and courses. Complementary materials, which reinforced practical applications of theoretical concepts, were developed and published online. Also, some projects regarding the development of open online materials were developed. The e-Math project (www.uoc.edu/in3/e-math) was born to promote the efficient use and integration of the education technologies – Internet and specialized software – as a fundamental part of most mathematical courses at the UOC, including: Algebra, Calculus, Probability and Statistics, Discrete Mathematics, etc. New learning materials, divided into individual modules named math-blocks, were developed and published online, usually in PDF or HTML format. These materials were designed as additional learning resources, and they were especially oriented to students with a poor mathematical background or to students looking for complementary, practical and software-oriented learning resources. Usually, each math-block had an associated file containing computer data or computer laboratories with step-by-step guidance. Additionally, online homework and tests were included at different times during the semester. In the mathematical courses, these tests and homework were especially designed to promote the use of mathematical software among students.

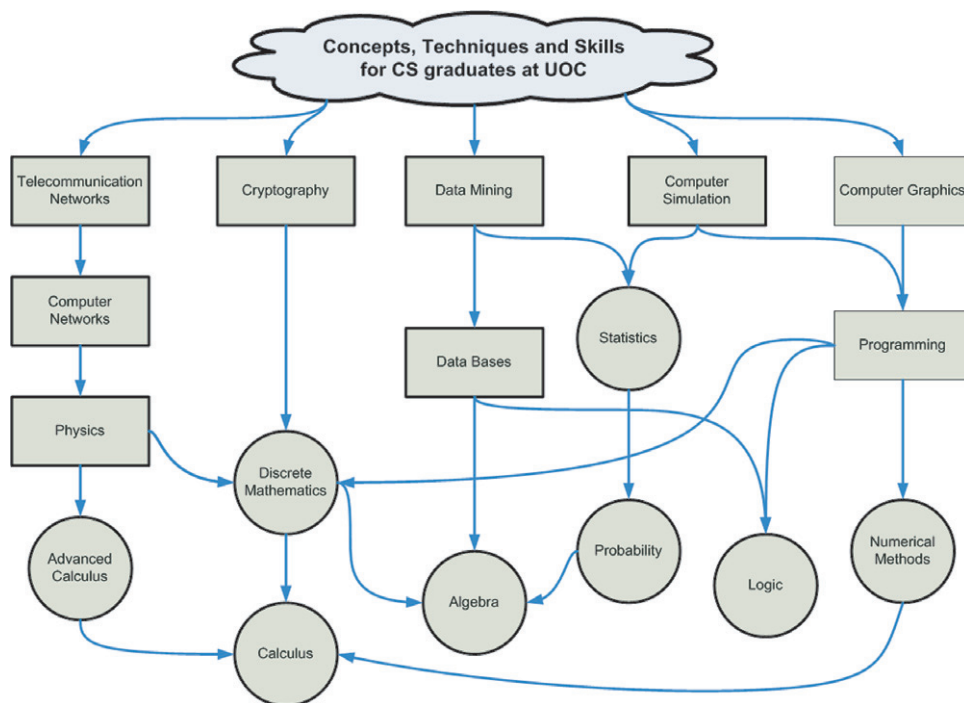


Figure 3. Using a top-down approach to redesign the CS curricula at the UOC.

8.3. Stage 3 (2005–2007): curricula redefinition following a top-down approach

During this third stage, education technology resources have been fully integrated into the mathematics courses. Special attention has been paid to the use of mathematical software and Java applets. They are used: (a) to perform real-life calculations that illustrate applications of mathematics to computer science problems, and (b) as interactive tools that help students to understand mathematical concepts by experimentation and visualization. Also, another major innovation has been developed at this stage: a complete redefinition of the Computer Science curricula. The CS faculty staff was grouped in interdisciplinary work teams, each of them composed of lecturers from different knowledge areas. Each of these teams worked for months in order to identify those concepts, techniques and skills that our graduating students should have. Recommendations from the Association for Computing Machinery (ACM, www.acm.org/education/curricula.html) were considered and different curricula from universities worldwide were analysed and discussed. Finally, members of each team got together to share results and extract conclusions regarding the educational needs of our students. Taking these educational needs as a starting point, all CS curricula were redefined using a top-down approach, i.e.: starting with the ‘top subjects’ – those located at the last semester in the CS curricula, and descending until the ‘bottom ones’ – those located at the first semester. The major dependencies among subjects were identified and a dependencies map of contents linking different subjects was established (Figure 3). According to this map, all subjects of the CS degree were redefined, both in contents – giving priority to those contents that students will need in other subjects or in their future professional activity – and in orientation – promoting a practical and updated approach to all subjects instead of a more theoretical and traditional one.

Table 2. Hypothesis tests on the differences of two proportions ($p_{2007} - p_{2004}$).

Question	2004 ($n = 80$)	2007 ($n = 100$)	Z	p-value
1. Contents of the course are useful	38%	56%	2.52	0.012
2. Course workload corresponds to assigned credits	48%	61%	1.82	0.069
3. Learning materials are satisfactory	54%	71%	2.40	0.016
4. Mathematical software is helpful	51%	87%	5.48	0.000
5. Global evaluation of the course is positive	48%	70%	3.12	0.002

Our goal was to redesign all subjects taking into consideration a global vision of the CS curricula instead of a more fractional vision restricted to each individual subject.

9. Testing effects of methodological changes at the UOC

In order to test whether or not methodological changes introduced by the UOC faculty had any effect on students' perceptions of mathematics courses, we decided to perform the following analysis: A random sample of size 80 was drawn from the population of learners who had completed the continual evaluation process in any mathematics course during the academic year 2003/04. Two weeks before the final exams, the selected students were asked to individually answer the following simple questionnaire:

1. Do you think that the course contents are useful?
2. Does the course workload correspond to the assigned credits?
3. Are the learning materials satisfactory?
4. Have you found mathematical software helpful?
5. Is your global evaluation of the course positive?

Three years later, during the academic year 2006/07, another random sample of size 100 was drawn in similar conditions and, again, the selected students were asked to answer the same basic questionnaire. Note that at this moment we had two sets of proportions, each of them associated to a different stage – as described in the previous section. For each question i ($i = 1, 2, \dots, 5$), we consider the corresponding hypothesis test on the differences between the two population proportions [37], i.e.: $H_0: p_{2007}^i - p_{2004}^i = 0$ versus $H_0: p_{2007}^i - p_{2004}^i \neq 0$. Results for these tests are shown in Table 2.

Using a standard significance level, $\alpha = 0.05$, we can conclude from the corresponding p-values that tests associated with questions 1, 3, 4 and 5 are significant. In other words, statistical evidence supports the idea that methodological changes introduced at the beginning of stage 3 have contributed to significantly enhance students' perceptions regarding mathematics courses.

10. Future perspectives on e-learning and mathematical e-learning

E-learning is a rapidly growing activity, and more and more students are getting their education through web-based courses. Around the world, new institutions are emerging to offer Internet-based education. Just in Spain, for instance, two new Internet-based universities will be offering online education quite soon: the Valencian International

University (VIU) and the Distance University of Madrid (UDIMA). At the same time, most face-to-face universities are integrating e-learning technologies and methodologies in their academic programs [38].

Regarding mathematical e-learning education, Miner and Topping [34] forecast the following trends: (a) a continuing move away from static mathematics to dynamic mathematics – use of MathML and OpenMath standards – in distance learning materials, and (b) an integration of e-learning technologies in face-to-face mathematical education as a way to complement and reinforce traditional methodologies. Similar statements can be found in [39]. In our opinion, this convergence between e-learning models and face-to-face educational models is an important fact that will significantly change the way mathematical education is delivered at universities. In this sense, during the next years we expect a significant increase in the number of joint mathematics programs and courses. Furthermore, we also expect the development of a large number of online collaborative mathematical projects, especially those related to the elaboration of open materials and resources for teaching and learning mathematics, including online assessment technologies. Other important trends that we foresee are: a higher integration of mathematical software in all courses – especially those following a student-centred methodology –, and the adoption of a more professionally oriented approach in most mathematics courses – both in face-to-face and online education. As Bringslid [35] points out: ‘The overall profit of using interactive mathematics on the Web will be to stimulate interest in mathematics.’

11. Concluding remarks

Teaching and learning mathematics at the Open University of Catalonia has required an especial effort both from faculty and students. This effort has been mainly oriented to overcome several methodological difficulties, which are basically due to the fact that traditional face-to-face education models can not be directly implemented into an e-learning environment. In a pure Internet-based education, students and instructors do not have a face-to-face relationship and, in most cases, they do not even have a synchronous communication. Therefore, innovation is necessary, both in the use of technology as in the application of new methodological approaches. As a direct consequence of this innovation process, we have constructed and implemented a practical model to design and develop MEL courses at the UOC. This model is supported by the following pillars: (a) use of a top-down approach when redesigning mathematics courses in the global context of a degree program curricula; (b) use of a professionally oriented approach during the development of mathematics courses – i.e.: focusing on mathematical applications instead of on mathematical abstract theory; (c) integration of mathematical software throughout the courses to highlight real applications of mathematical concepts, methods and results; (d) development of electronic and interactive materials that facilitate upgrading and learning by experimentation; (e) prior evaluation of students’ background in order to provide them with the appropriate assistance and resources from the beginning; (f) use of continual evaluation models that guide and prepare students for the final face-to-face exam; and (g) promotion of online collaborative learning among students via the assignment of small projects and group activities. According to experimental data, it seems that these innovations have both increased our students’ interest for mathematics and enhanced their global evaluation of these courses.

Acknowledgments

This work has been partially supported by the Spanish Ministry of Education under grant EA2007-0310. We would also like to gratefully acknowledge the support received from the CIMANET research group and from the REMIC research network.

Notes

1. In this article, we refer to 'mathematics' in a general sense, i.e.: the term also includes disciplines such as statistics, operations research, etc.
2. This article includes some words that are or are asserted to be proprietary terms or trade marks. Their inclusion does not imply they have acquired for legal purposes a non-proprietary or general significance, nor is any other judgement implied concerning their legal status.

References

- [1] A. Bates, *Technology, E-Learning and Distance Education*, RoutledgeFalmer, Abingdon, 2005.
- [2] S. Seufert, U. Lechner, and K. Stanoevska, *A reference model for online learning communities*, Int. J. E-Learn. 1 (2002), pp. 43–54.
- [3] J. Engelbrecht and A. Harding, *Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 1: Technologies and taxonomy*, Educ. Stud. Math. 58 (2005), pp. 235–252.
- [4] C. Raschke, *The Digital Revolution and the coming of the Postmodern University*, RoutledgeFalmer, London, 2003.
- [5] M. Borba and M. Villarreal, *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*, Springer, New York, 2005.
- [6] K. Lai, K. Pratt, and A. Grant, *State of the Art and Trends in Distance, Flexible, and Open Learning: A Review of the Literature* (2003). Available at www.otago.ac.nz/courses/distance_study/pdf/distance_lit_review.pdf
- [7] C. Zirkle, *Distance education in career and technical education: A review of the research literature*, J. Vocat. Educ. Res. 28 (2003), pp. 151–171.
- [8] G. Rodríguez, and A. Villa, *Can computers change the trends in Mathematics Learning?: A Spanish overview*. Plenary lecture at the 4th International Conference APLIMAT (2005). Available at: dmath.hibu.no/Rodriguez-De_la_VillaAplimath.pdf
- [9] B. Barton et al. *EAL undergraduates learning mathematics*, Int. J. Sci. Math. Edu. 7 (2005), pp. 721–729.
- [10] Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA), *Code of Practice for the assurance of academic quality and standards in higher education*, United Kingdom, 2006. Available at <http://www.qaa.ac.uk/academicinfrastructure/codeOfPractice/>
- [11] S. Michael and L. Balraj, *Higher education institutional collaborations: an analysis of models of joint degree programs*, J. High. Edu. Pol. Manage. 25 (2003), pp. 131–145.
- [12] A. Sikora and C. Carroll, *A Profile of Participation in Distance Education: 1999-2000*, National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education, Washington, DC, 2002.
- [13] R. Wagner, J. Werner, and R. Schramm, *An Evaluation of Student Satisfaction in Distance Learning Courses*, in *Proceedings of the 18th Annual Conference on Distance Teaching and Learning*, USA. University of Wisconsin System, Madison, 2002.
- [14] C. Willis and R. Joyner, *Perceptions of an On-campus/Online and a Off-campus/Online Information Processing Course*, in *Proceedings of the 17th Annual Meeting of the Atlantic Coast Business and Marketing Education Conference*, Raleigh, North Carolina, February, 2000, 18–19.

- [15] C. McCullough and V. Aimard, E-Learning in Europe: How do trainers, teachers and learners rate e-learning? (2006). Available at <http://elearningeuropa.info>
- [16] R. Sweet, *Student drop-out in distance education: an application of Tinto's model*, Distance Edu. 7 (1986), pp. 201–213.
- [17] M. Simonson et al. *Teaching and Learning at a Distance*, Merrill Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2003.
- [18] K. Meyer, *Quality in distance education. Focus on Online learning*, Jossey-Bass, Hoboken, 2002.
- [19] P. Petocz et al., *Undergraduate students' conceptions of Mathematics: an international study*, Int. J. Sci. Math. Edu. 5 (2007), pp. 439–459.
- [20] G. Oates et al., *Effective tutorial programmes in tertiary mathematics*, Int. J. Sci. Math. Edu. 7 (2005), pp. 731–739.
- [21] B. Birnbaum, *Foundations and Practices in the Use of Distance Education*, Edwin Mellen Press, Lewiston, NY, 2001.
- [22] R. Newton, *Staff attitudes to the development and delivery of e-learning*, New library world 104 (2003), pp. 412–425.
- [23] K. Pajo and C. Wallace, *Barriers to uptake of web based technology by university teachers*, J. Dist. Edu. 16 (2001), pp. 70–84.
- [24] B. Yushau, *Computer attitude, use, experience software familiarity and perceived pedagogical usefulness: the case of mathematics professors*, Eur. J. Math., Sci. Techno. Edu. 2 (2006), pp. 1–17.
- [25] A. Trindade, H. Carmo, and J. Bidarra, Current developments and best practice in open and distance learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 1 (2000). E-journal. Available at: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/index>
- [26] Sloan Consortium, *Growing by Degrees: Online Education in the United States*, 2005. Available at: <http://www.sloan-c.org/publications/survey/index.asp>
- [27] M. Hannafin, J. Hill, and M. Susan, *Student-centered learning and interactive multimedia: status, issues, and implications*, Contemp. Edu 68 (1997), pp. 94–97.
- [28] J. Walczyk and L. Ramsey, *Use of learner-centered instruction in college science and Mathematics classrooms*, J. Res. Sci. Teach 40 (2003), pp. 566–584.
- [29] J. Walczyk, L. Ramsey, and P. Zha, *Obstacles to instructional innovation according to college science and mathematics faculty*, J. Res. Sci. Teach. 44 (2007), pp. 85–106.
- [30] L. Sakshaug, *Research on distance education: implications for learning mathematics*, Focus on Learn. Prob. Math. 22 (2000), pp. 111–124.
- [31] S. Trenholm, *A review of cheating in fully asynchronous online courses: a math or fact-based course perspective*, J. Educ. Techno. Sys. 35 (2007), pp. 281–300.
- [32] C. Corcoles et al., *Math online education: state of the art, experiences and challenges*. In *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, Madrid, Spain, August 22–30, 2006, pp. 578–579.
- [33] Y. Lee, Integrating Constructivism approaches in e-learning to enhance mathematical self-study, in *Proceedings of the Eighth International Conference on Reform, Revolution and Paradigm Shifts in Mathematics Education*, Johor Bahru, Malaysia, Nov 25–Dec 1, 2005, pp. 238–243.
- [34] R. Miner and P. Topping, *Math on the Web: A Status Report - Focus: Distance Learning*, 2001. Available at: <http://www.dessci.com/en/reference/webmath/status>
- [35] O. Bringslid, *Mathematical e-learning using interactive mathematics on the Web*, Eur. J. Eng. Edu. 27 (2002), pp. 249–255.
- [36] T. Daradoumis, F. Xhafa, and A. Juan, *A framework for assessing self, peer and group performance in e-learning*, *Self, Peer, and Group Assessment in E-Learning*, Idea Group Press, Hershey, PA, 2006, pp. 279–294.
- [37] D. Montgomery and G. Runger, *Applied Statistics and Probability for Engineers*, John Wiley & Sons, New York, 2004.

- [38] C. Richards, *Distance education, on-campus learning, and e-learning convergences: an Australian exploration*, *Inter. J. E-Learning* 1 (2002), pp. 30–39.
- [39] J. Engelbrecht and A. Harding, *Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 2: attributes and Possibilities*, *Edu. Stud. Math.* 58 (2005b), pp. 253–276.

Appendix 1: Sample list of universities offering MEL

A sample list of universities offering mathematical e-learning:

- Colorado State University (www.stat.colostate.edu/distance_degree.html)
- Iowa State Univ. of Science and Tech. (www.lifelearner.iastate.edu/courses/delivery/www.htm)
- Stanford University (math.stanford.edu/)
- State University of New York Empire State College (www.esc.edu/cdl)
- Texas A&M University (distance-ed.math.tamu.edu/)
- University of Idaho (www.uidaho.edu/eo/index.html)
- University of Illinois Online (www.online.uillinois.edu/)
- Suffolk University (distancecalculus.com/)
- Florida State University (online.fsu.edu/)
- University of Guelph (www.open.uoguelph.ca/start/)
- Open University (www3.open.ac.uk/courses/classifications/mathematics_and_statistics.shtm)

Appendix 2: Relevant MEL projects

A list of relevant technological projects related to mathematical e-learning:

- NetTutor and Whiteboard (www.link-systems.com): NetTutor is a web-based graphical chat. WorldWideWhiteboard is an interactive graphical chat tool designed to allow real-time communication of technical concepts, including support for mathematical notation.
- PlanetMath (planetmath.org): It is a virtual community which aims to help make mathematical knowledge more accessible.
- WIMS (wims.unice.fr): It is a purpose written system that has pages for mathematical problems and a graphing facility.
- Maths for More (www.mathsformore.com): It is a mathematical software company which is responsible for WIRIS, a software suite of tools for mathematics education.
- ActiveMath (www.activemath.org): Its goal is world-class research on technology-enhanced learning and instruction and on Semantic Web technology.
- The Math Forum (mathforum.org): It is an online resource for improving mathematical learning, teaching and communication that offers mathematical problems and puzzles, online mentoring, research, team problem solving, collaboration and professional development.
- Mathworld (mathworld.wolfram.com): It is an extensive web-based mathematical resource, provided as a free service.
- dMath (dmath.hibu.no): This project is building a European database of mathematical e-learning modules. These modules can be used in web-based courses in mathematics. The project is a commercialization of former project Xmath.
- WebALT (<http://www.webalt.net/>): This project aims at using existing standards for representing mathematics on the web and existing linguistic technologies to produce language-independent mathematical didactical material.
- MIT OpenCourseware (ocw.mit.edu/index.html): It is a free and open educational resource for educators, students and self-learners around the world.
- HELM (helm.lboro.ac.uk): It is a major curriculum development project undertaken by a consortium of five English universities.
- Serving Mathematics (mantis.york.ac.uk): This project has been developing open-source tools for online assessment in mathematics education.

Appendix 3. Relevant MEL technologies and standards

A list of advanced technologies and standards related to mathematical e-learning:

- WebMathematica (www.wolfram.com/products/webmathematica): It is a web-based technology that allows the generation of dynamic web content with Mathematica. It allows distance students to explore and experiment with some of the mathematical concepts by means of their web browser.
- Maple TA (www.maplesoft.com/products/mapleta): Maple T.A. is a web-based testing and assessment system that supports complex, free-form entry and intelligent evaluation of responses.
- MathML (www.w3.org/math): It is an application of XML for representing mathematical symbols and formulae, aimed at integrating them into web documents.
- OpenMath (www.openmath.org): It is an emerging standard for representing mathematical objects with their semantics, allowing them to be exchanged between computer programs, stored in databases, or published on the worldwide web.
- WebCT (www.webct.com): It is an online commercial virtual learning environment system.
- Blackboard (www.blackboard.com): It offers similar functionalities to those of WebCT. In February 2006, Blackboard Inc. completed a merger with WebCT Inc.
- Moodle (www.moodle.com): It is a free software package designed to help educators create quality online courses by the development of a virtual learning environment.
- Angel (www.angellearning.com): It is a web-based course management system similar to WebCT, Moodle or Blackboard.

This article was downloaded by: [Juan, Angel][Consorti de Biblioteques Universitaries de Catalunya]

On: 18 February 2011

Access details: Access Details: [subscription number 919083071]

Publisher Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



International Journal of Mathematical Education in Science and Technology

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713736815>

Teaching mathematics online in the European Area of Higher Education: an instructor's point of view

Angel A. Juan^a; Cristina Steegmann^a; Antonia Huertas^a; M. Jesus Martinez^b; J. Simosa^a

^a Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication, Open University of Catalonia, Rambla del Poblenou, 156, 08018 Barcelona, Spain ^b Department of Economics and Business Administration, Open University of Catalonia, Av. Tibidabo, 43-49 Barcelona, Spain

First published on: 29 November 2010

To cite this Article Juan, Angel A. , Steegmann, Cristina , Huertas, Antonia , Jesus Martinez, M. and Simosa, J.(2011) 'Teaching mathematics online in the European Area of Higher Education: an instructor's point of view', International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 42: 2, 141 — 153, First published on: 29 November 2010 (iFirst)

To link to this Article: DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254

URL: <http://dx.doi.org/10.1080/0020739X.2010.526254>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Full terms and conditions of use: <http://www.informaworld.com/terms-and-conditions-of-access.pdf>

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden.

The publisher does not give any warranty express or implied or make any representation that the contents will be complete or accurate or up to date. The accuracy of any instructions, formulae and drug doses should be independently verified with primary sources. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Teaching mathematics online in the European Area of Higher Education: an instructor's point of view

Angel A. Juan^a, Cristina Steegmann^{a*}, Antonia Huertas^a,
M. Jesus Martinez^b and J. Simosa^a

^a*Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication, Open University of Catalonia, Rambla del Poblenou, 156, 08018 Barcelona, Spain;* ^b*Department of Economics and Business Administration, Open University of Catalonia, Av. Tibidabo, 43–49 Barcelona, Spain*

(Received 19 January 2010)

This article first discusses how information technologies are changing the way knowledge is delivered at universities worldwide. Then, the article reviews some of the most popular learning management systems available today and some of the most useful online resources in the areas of Mathematics and Statistics. After that, some long-term experiences regarding the teaching of online courses in those areas at the Open University of Catalonia are discussed. Finally, the article presents the results of a large-scale survey performed in Spain that aims to reflect instructors' opinions and feelings about potential benefits and challenges of teaching mathematics online, as well as the role of emergent technologies in the context of the European Area of Higher Education. Therefore, this article contributes to the existing literature as an additional reference point, one based on our long-term experience in a large-scale online environment, for discussions involving mathematical e-learning.

Keywords: online learning; mathematical education; learning management systems; information technologies in higher education; mathematical software

1. Introduction

Educational technologies are changing the way in which higher education is delivered. These technologies include e-learning environments or learning management systems (LMS) for individual and collaborative learning, Internet resources for teaching and learning, academic materials in electronic format, specific subject-related software, groupware and social network software, etc. With the spread of these technologies, not only have new purely online universities sprung up during the past decade, but also most traditional face-to-face universities around the world are undergoing several transformations that affect the nature of the courses and degree programmes they offer. These technological innovations have also driven the growth of distance learning opportunities, as students who are time bound due to job or

*Corresponding author. Email: csteegmann@uoc.edu

travel difficulties or place bound due to geographic location or physical disabilities can now access courses and degree programmes at their convenience [1]. Due to the rapid growth of distance and global education, e-learning models are currently practiced widely all over the world [2,3].

Moreover, educational technologies facilitate the shifting from a traditional educational paradigm centred on an instructor to an emergent educational paradigm, relatively new at least in Spain and other European countries, in which students take control of their learning process. In this new paradigm, students learn – with the help of instructors, technology and other students – what they will potentially need in order to develop their future academic or professional activities. The instructor's role, therefore, moves from a knowledge transmission agent to a specialist who designs the course and guides the student's learning process. In Europe, for instance, this paradigm shift has been officially promoted by the Bologna declaration and the subsequent development of a European Area of Higher Education (EAHE), which aims to increase the international competitiveness and employability of European citizens [4,5].

Particularly, in the areas of Mathematics and Statistics, educational reforms are widespread both in purely online and face-to-face education. For example, many instructors have been encouraged to try new teaching strategies based on online support, inter-disciplinary collaborative learning, and integration of mathematical and statistical software in their courses [6–8]. In fact, many university departments worldwide have been working on new, engaging curricula that promote conceptual understanding instead of the traditional focus on procedural knowledge. This new emphasis on conceptual knowledge might be fuelled by the growth of online environments, since these are the primary promoters of the new way of teaching. The goal here is to increase students' abilities to solve important, real-life problems in the industrial and services sectors, as well as their skills in applying those solutions to improve the performance of a firm or organization [9].

Unfortunately, this task is not easy, and numerous challenges must be confronted, especially during the first courses due to several barriers of entry, such as the adaptation of learning materials, a new learning methodology and an innovative evaluation system that must be integrated for the first time. Some of these challenges are due to the intrinsic nature of the so-called 'Internet-generation' students while others are due to the intrinsic nature of Mathematical and Statistical content [10]. For example, most methodological difficulties result from the fact that traditional face-to-face education models cannot be directly implemented in an e-learning environment, such as the issue of asynchronous communication between students and instructors versus a real-time discussion in the traditional model. Therefore, innovation becomes necessary in these new learning environments, both in the use of technology and in the application of new methodological approaches.

This article is structured as follows: in Section 2, we present a review of the most popular online-LMS available today, and some valuable online resources for developing Math courses. Then, in Section 3, we discuss some personal experiences at the Open University of Catalonia (UOC) and provide a set of recommendations for the development of online environments. Next, in Section 4, we provide some instructors' opinions regarding the role of these technologies. These opinions are based on a large survey completed by math instructors in Spain. Finally, Section 5 summarizes the main contributions and the results of this article.

2. Learning systems

Nowadays, several e-LMS or learning content management systems (LCMS) are available over the Internet [11]. Perhaps the three most disseminated LMS among universities worldwide are Blackboard/WebCT, Moodle and Sakai. Table 1 provides a list with some of the most popular LMS currently available, their associated web addresses, distribution licenses and examples of universities that use them.

Some of these LMS are proprietary and offered under a commercial license while others are open-source and offered under a GNU public license (GPL) or a similar license. In any case, most of them present outstanding capabilities for teaching and learning online and are relatively easy to install, maintain, personalize and use. These systems constitute an exceptional resource for universities, colleges and schools to offer online courses and degrees. They allow for the implementation of virtual (online) campuses where students, instructors and administrative staff can meet together, share information and perform almost any kind of academic-related activity, from registration to participation in discussion forums or assessment. Some comparisons among LMS are already available in the literature [12–14].

Several authors have discussed the convenience of using LMS in teaching and learning processes [15–18]. LMS not only facilitate access to lectures, exercises and educational materials but also play a fundamental role in the completion of knowledge tests, homework submission and online communication – either synchronous or asynchronous – among students and between students and instructors [19]. According to [15], some of the most noticeable tools and services offered by state-of-the-art LMS are:

- Announcements: Non-threaded, asynchronous messages for all site participants to read. Email notifications may be sent as well.
- Assignments: LMS allow students to upload and submit assignments and projects, and instructors to grade and comment on students' submissions.
- Chat: Synchronous conversation tool. All messages are automatically saved and they remain available for all site participants.
- Content sharing: File storage space. Any file type may be stored; URLs to other websites may be posted, and shared citation lists may be created. Email notifications of new contents may be sent as well.
- Discussion forums: Threaded, asynchronous messages for all site participants to read.
- Schedule: A shared calendar used to post deadlines, due dates, etc.
- Syllabus: Instructors may use this tool to post their syllabi as HTML or as attachments.
- Wiki: A collaborative document-writing tool. Any site participant may add or modify additional pages and a history of changes is automatically recorded.

Current LMS offer some specific tools and services that can be particularly helpful in mathematical-related courses, for example:

- Questionnaires with self-adjustment: allow the completion of progress-control tests, previous-knowledge tests, reinforcement tests, autonomous-learning exercises, etc.
- Mathematical laboratories of experimentation: interactive tools that help students to gain a better understanding of some theoretical concepts.

Table 1. List of currently available LMS.

Platform	Website	Licence	Examples of universities using it
Atutor	http://atutor.ca	GPL	Honolulu University Online Athabasca University
WebCT	http://www.blackboard.com/us/index.bbb	Commercial	University of Alberta Georgia State University Columbia College
Desire2Learn	http://www.desire2learn.com/	Commercial	Nottingham Trent University University of West Florida University of Zagreb
Claroline	http://www.claroline.net/	GPL	Université catholique de Louvain
ILIAS LON-CAPA	http://www.ilias.de/index.html http://www.lon-capa.org/	GPL GPL	University of Cologne Michigan State University
Moodle	http://moodle.org/	GPL	Ohio University Open University University of Essex University of Glasgow
OLAT Sakai	http://www.olat.org/website/en/html/index.html http://www.sakaiproject.org/portal	Apache License Educational Community License	University of Zurich University of Virginia Indiana University Stanford University
eCollege	http://www.ecollege.com/index.learn	Commercial	DeVry University Stanford University
Frontier	http://webfrontier.com/fronter3/info/	Commercial	University of Cambridge
TrainCaster	http://www.traincaster.com/	Commercial	Brown University Roger Williams University

- Lessons: allow instructors to lead students' learning process, to reinforce a key topic or concept, etc.
- Glossary: shows the fundamental concepts associated with each topic, which can be accessed anytime.
- Frequently asked questions: allow students to find a quick answer to most of their doubts.
- Equation editors (see <http://docs.moodle.org/en/Mathematics> for some examples).

One of the most important technical challenges to be solved by current LMS is the one related with the efficient writing of mathematical symbols and formulae. Whether the technical solution to this challenge will be based on the use of integrated visual palettes (as in the case of tools like Wiris, <http://www.wiris.com/>), on the use of LaTeX-based forms (e.g. http://docs.moodle.org/en/TeX_filter) or on the use of advanced scanner tools (e.g. modern handwriting tablets) is a relevant question that should be solved during the next few years. Another important challenge might be the inclusion of a text-to-speech service which would allow visually impaired people to reproduce any kind of mathematical materials, including symbols and formulae.

Regarding the Mathematical and Statistical areas, the list of learning resources freely available online is extensive. In recent years, technologies, such as xDSL have significantly increased communication speeds over the Internet, thus allowing users to share multimedia files (e.g. streaming video). On the other hand, a growing number of universities are starting to offer part of their learning materials for free over the Internet, in the so-called open courseware programmes. Table 2 provides a list of some web sites offering a useful collection of Mathematical and Statistical learning and research resources.

3. Personal experiences

In this section, we will discuss the insight gathered from our experiences in teaching Mathematics and Statistics online at the UOC through the UOC Virtual Campus, a proprietary e-learning platform, which has been developed and improved over the past decade to fulfil online students' and instructors' needs. The UOC is a purely online university located in Barcelona, Spain that has offered undergraduate and graduate degrees since 1995. The UOC uses an asynchronous learning model, which follows the aforementioned student-centred educational paradigm: at the beginning of the semester, students access the course's online classroom and, following the recommendations provided by their instructors, download a complete syllabus of the course along with all associated learning materials and resources. Throughout the course, students are encouraged to participate actively in discussion forums, to develop collaborative learning projects and, especially, to follow a scheduled continuous assessment process, which typically consists of four or five homework activities. By the end of the semester, students are required to take a short final exam, which in most courses is a face-to-face test that also helps validate authorship of homework activities. Currently, the UOC has more than 37,000 enrolled students and more than 400 tutors and lecturers. With this in mind, more than a dozen

Table 2. List of some nice learning and research resources on Mathematics and Statistics available online.

Name	Website	Brief description
PlanetMath	http://www.planetmath.com/	A virtual community which aims to make mathematical knowledge more accessible.
Mathsfor More	http://www.matsformore.com/	A mathematical software company which is responsible for WRIS, a software suite of tools for mathematics education.
The Math Forum	http://mathforum.org/	Contains mathematical problems and puzzles, online mentoring, research, team problem solving, collaboration and professional development.
MIT OpenCourseWare Mathematics	http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm#Mathematics	Contains materials (lectures, exercises, etc.) related to courses offered by the Department of Mathematics at the Massachusetts Institute of Technology.
MIT OpenCourseWare Management	http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Sloan-School-of-Management/	Contains materials (lectures, exercises, etc.) related to courses offered by the Sloan School of Management at the Massachusetts Institute of Technology.
Statistics Resources by Stephen Soldz	http://www.soldzresearch.com/statisticsresources.htm	Contains a collection of statistical resources gradually accumulated and selected by Stephen Soldz (Boston Graduate School of Psychoanalysis).
The World Wide Web Virtual Library: Statistics	http://www.stat.ufl.edu/vlib/statistics.html	Contains pointers to different aspects of Statistics: departments, learning resources, journals, software, etc.
Wolfram MathWorld	http://mathworld.wolfram.com/	Contains learning resources associated with mathematical-related knowledge areas.

Mathematical and Statistical-related courses are offered in various undergraduate degrees, such as Electrical Engineering, Computer Sciences, Business, Management, Information Sciences and Psychology.

Of course, it is possible to state that learning mathematical-related contents at a distance using technology without face-to-face instructional support is not easy at all [20,21]. The majority of UOC students are working adults, most of them between 25 and 35 years, and thus, in many cases, have left mathematical-related education several years ago. Therefore, they tend to suffer from a lack of basic statistical background which, additionally, causes them some anxiety. These problems should be addressed before starting the regular courses. For example, introductory courses on using web technology can help prepare students for the actual technological and pedagogical characteristics of the e-learning environment that they will use when completing a degree.

From our experience at the UOC, there are several key ideas to keep in mind when designing an efficient online environment and curricula. During the course development, instructors should make use of different available e-learning methods and strategies, such as dynamic presentations, laboratory tutorials, simulations, concept discussions, interaction and collaboration with other students – to support activity, exploration and creation, which could assist students in constructing their own statistical knowledge. Students should learn statistics with understanding, actively building new knowledge from experience and prior knowledge. Additionally, feedback from instructors and regular consultation by e-mail or posted notes are fundamental components of an efficient e-learning process. Another important issue to address is the efficiency of the evaluation process. In this sense, it is critical to define evaluation strategies that allow ensuring authorship of all online tests carried out during the semester. At the same time, final face-to-face exams might be necessary to complement those administered online. These exams should always be consistent – in contents and difficulty levels – with already performed tests. Throughout the course, mathematical and statistical software, such as *Wiris*, *Matlab*, *Minitab*, *SPSS* or *R* is used by students to solve real-life problems since we follow a professionally oriented approach. Finally, it should be noted that a mathematical e-learning curriculum is more than a collection of activities: it must be coherent, focused on important content, and it must efficiently integrate the use of mathematical software and Internet resources.

Figure 1 shows a typical session inside the UOC virtual campus: Students use a web browser to access their virtual classrooms (1), where they can download the course syllabus and the learning materials (2) and also post their questions on a shared Forum (3). Instructors post their answers to students' requests as well as recommendations, regular assignments, feedback and guidance (4). Finally, students can also use web-based math software (5) to complete their homework and explore theoretical concepts in a more practical way.

With respect to the challenges associated with learning Mathematics and Statistics online, it is important to highlight that focusing the course on problem-solving by using software contributes to overcoming possible deficiencies in students' mathematical background. Finally, development of collaborative projects and discussion of common problems in forums help to increase interaction among students and also with the instructor.

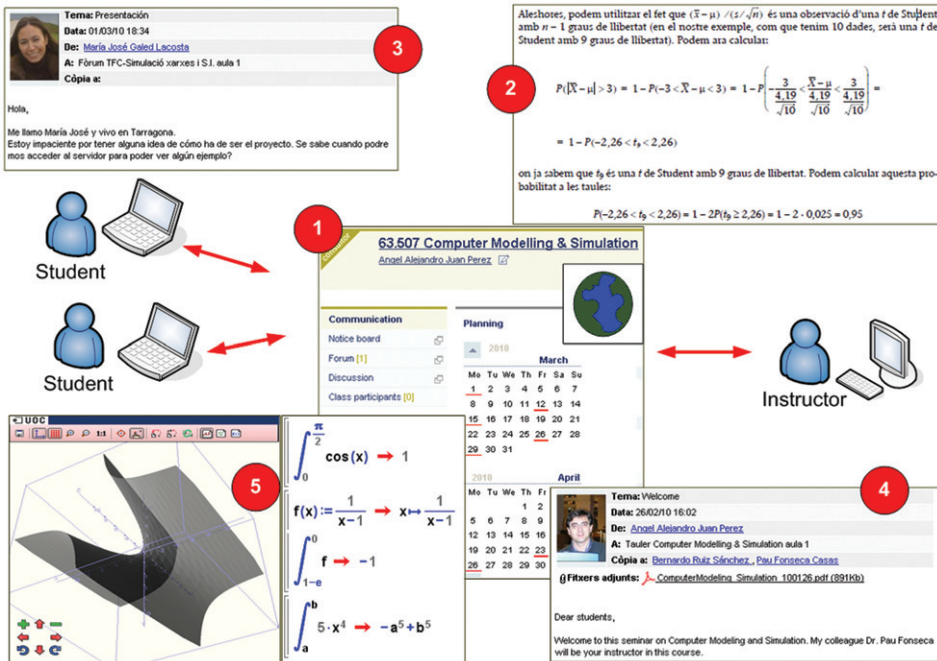


Figure 1. A typical session inside the UOC Virtual Campus.

4. Instructors' opinions

The aim of this section is to present and discuss the instructors' point of view regarding the use of LMS and mathematical software in the fields of Mathematics and Statistics. We will base our statements both on our own experience from several years as online instructors in these areas and also on the results of the 2008–2009 Math E-Learning (MEL) research project (<http://cimanet.uoc.edu/mel>), which analysed several aspects regarding the use of online environments and specialized software in mathematical- and statistical-related undergraduate courses at different Spanish universities. This project mainly consisted of two different studies, the first one following a quantitative approach and the second one based on a qualitative approach.

The quantitative study developed in the MEL research project consisted of a survey that was answered by a total of 1931 instructors from all over Spain (Figure 2).

As Table 3 summarizes, about 74% of those instructors qualified the convenience of using technologies – such as online environments and other LMS – as being 'high' or 'very high'. Even so, most of them (about 71%) opined that the current use of these technologies is 'very low', 'low' or 'medium'. In other words, there seems to be a general consensus on the importance of their use, even though they are not widely used at the Spanish universities in general. Most of the participants (about 73%) also agree that the convenience of using mathematical or statistical software during the courses was 'high' or 'very high'. Yet, about 68% of them qualified this use as 'low', 'very low' or 'medium' in the current Spanish university system. Notice that there is a

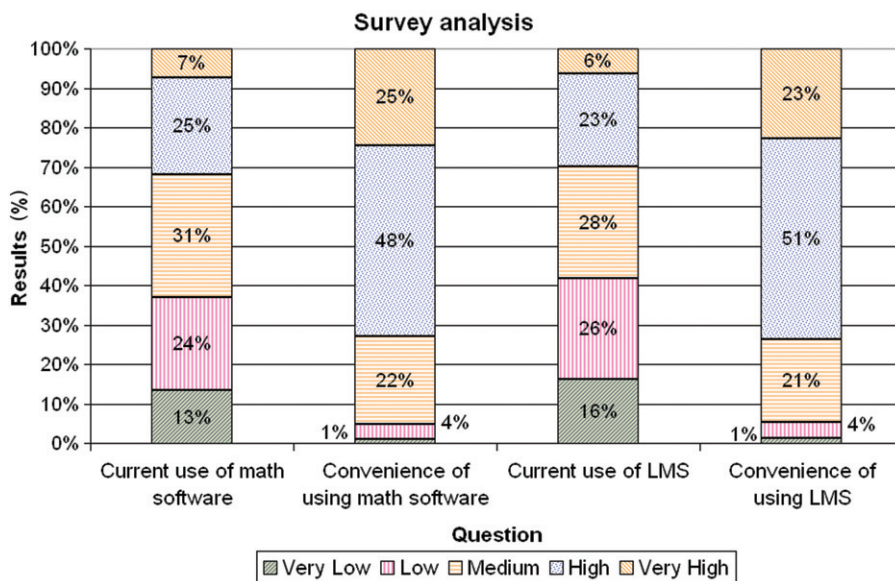


Figure 2. Quantitative results of the MEL survey.

Table 3. Summary of the survey results.

		High or very high (%)	Very low, low or medium (%)	Total (%)
On the use of LMS technology	Convenience of use	74	26	100
	Current use	29	71	100
On the use of mathematical software	Convenience of use	73	27	100
	Current use	32	68	100

mismatch in these percentages: most instructors consider that the use of math or statistical software is a key aspect, yet they also seem to agree that these tools are not being used enough in practice. In our opinion, this mismatch between ‘what should be done’ and ‘what is being done’ could be caused by the lack of human and economic resources in most departments and also by the considerable effort that these innovations require from instructors, especially when implementing the software in a course for the first time. Moreover, these innovations are seldom supported by all members in a department, only those instructors who are willing to invest time exploring in new ways of teaching and learning support such a change.

The qualitative study developed in the context of the (MEL) research project consisted in the semantic analysis of 50 short papers written by some of the participants in the quantitative survey. In these articles, innovative uses of information technologies and some related experiences were explained.

Specifically, the study was aimed at identifying those LMS-related aspects that, in the opinion of the participant instructors, could add value to the learning process and, in particular, to their role as instructors. Of course, the major benefit of online courses is the fact that they offer new learning opportunities to students who are time bound or place bound. These students can now access courses and degree programmes at their convenience. In the above survey, the instructors pointed out some other important benefits that the use of LMS could offer to their courses:

- It facilitates the integration of a continuous evaluation system in the course curricula, which helps the student maintain a more continuous and regular learning effort throughout the semester.
- It provides the student's auto-evaluation through: (a) multiple-question tests than can be automatically corrected by the system in 'real-time', and (b) databases of solved exercises that students can use to correct their own answers, providing the students with useful 'real-time' feedback regarding their academic evolution.
- It promotes the use of efficient collaborative learning methodologies via discussion forums, chats, e-mails, shared workspaces, lists of frequently asked questions and frequent errors, etc. These features may also facilitate the submission of students' activities, projects and instructor feedback.
- It allows the development of classified and searchable online repositories containing all kinds of academic resources, from multimedia lectures (e.g. videos that the student can watch as many times as needed) to exercise and exam databases. These repositories can then be used not only by students of a specific course, but also by students of any course with related contents (e.g. Statistics is a common subject in several degrees) and even by students from different universities through the so-called open courseware programmes.
- It provides more dynamism to the course calendar that can be easily adapted during the course to account for changing circumstances. In turn, giving more flexibility to students when planning their work sessions and course activities.
- It increases the communication levels among students and between students and instructors, eliminating most time and physical barriers that can hinder these communication processes.
- It can provide instructors with monitoring tools that allow them to have updated information regarding the academic evolution of each student or group of students [22,23].
- It promotes the use of other related technologies, such as statistical or mathematical software and simulation applets, which in most cases can be completely integrated in the LMS. These technologies can, in turn, accelerate the students' learning process of difficult concepts and, moreover, to show them real-life applications of those concepts by analysing complex case studies [24].
- It can facilitate the personalization of students' portfolios, adapting the learning process to the initial background and evolution of each individual, through feedback from both students and instructors.
- It promotes the use of a professionally oriented approach, where applications of the concepts to real-life problem solving can gain more attention

than pure theory, which can be especially important in the case of statistical or operations research courses oriented to non-mathematicians, e.g. engineers, economists, etc. [25].

Likewise, some potential risks and challenges of an incorrect use of LMS were also pointed out by the surveyed instructors. In particular:

- Students might get lost in a virtually endless stack of academic resources without convenient support and guidance. In this sense, instructors have to pay special attention to the selection and classification of key learning materials.
- These technologies are in continuous evolution, and therefore, both students and instructors might require periodic formation courses in order to update both their technological knowledge and skills.
- Concerning more traditional face-to-face learning, online processes represent some loss of privacy: a large amount of data about the course, its students and its instructor are maintained in remote servers and could potentially be analysed by other people (e.g. university managers).
- Without a convenient course programme and the assistance of monitoring tools, instructors would have to be much more focused on course activities. Furthermore, instructors' schedules are likely to be less deterministic than in the case of face-to-face learning, since they might receive new messages from their students at any time of day.
- Focusing too much on technology could indirectly have a negative effect on the course by resulting in low-quality content. Again, instructors have to play an active role in finding an adequate balance between technology and course content.

All in all, most surveyed instructors agreed that potential benefits derived from using LMS in their courses far exceeded potential challenges and risks. In our opinion, a key factor of the LMS success, both in pure online programmes and as a complement to traditional face-to-face programmes, is the great improvement in usability and easy-of-use that most of these systems have experienced in recent years.

5. Concluding remarks

Due to the growth in online mathematics course offerings – both in pure online and blended models – we expect that some of the described experiences could be useful for those instructors and course managers who are responsible of designing and tutoring this kind of courses. The lessons we have learned during the past decade can be summarized in the following key recommendations: (1) use a professionally oriented approach in your online courses whenever possible, that will contribute to keep high your students' motivation; (2) invest most of your time developing or selecting high-quality learning materials; (3) design an evaluation system based on periodic assessments throughout the course and (4) whenever possible, promote the use of mathematical and statistical software in your courses.

In this article, we have also discussed the results of a large survey among university instructors of math-related courses in Spain. Among other interesting outcomes, this survey shows that, in the context of MEL, most interviewed instructors agree in that information technologies (LMS and math-related software)

facilitate both the use of a professionally oriented approach during the development of the courses – i.e. by focusing on math applications instead of on abstract theory whenever possible and integrating mathematical and statistical software throughout the courses to highlight real applications of concepts, methods and results and effective collaborative learning – which allows students to play a more proactive role. These aspects contribute to increase students' motivation in their learning process, which is a fundamental factor of success in online environments.

Acknowledgements

This work has been partially supported by the HAROSA Knowledge Community of the Internet Interdisciplinary Institute (<http://dpcs.uoc.edu>).

References

- [1] M. Simonson, S. Smaldino, M. Albright, and S. Zvacek, *Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2008.
- [2] A. Nagy, *The impact of e-learning*, in *E-Content: Technologies and Perspectives for the European Market*, P.A. Bruck, A. Buchholz, Z. Karssen, and A. Zerfass, eds., Springer-Verlag, Berlin, 2005, pp. 79–96.
- [3] I.E. Allen and J. Seaman, *Staying the course-online education in the United States, 2008*, Sloan Consortium, Needham, MA, 2008. Available at <http://www.sloan-c.org/publications/survey/index.asp>
- [4] M. Van der Wende, *The Bologna declaration: Enhancing the transparency and competitiveness of European Higher Education*, Higher Educ. Europe 25 (2000), pp. 305–310.
- [5] European Commission, *Communication from the Commission: E-Learning – Designing tomorrow's Education*, European Commission, Brussels, 2000.
- [6] J. Hardin and A. Ellington, *Using multimedia to facilitate software instruction in an introductory modeling course*, INFORMS Trans. Educ. 5(2) (2005), pp. 9–16. Available at <http://ite.pubs.informs.org/>
- [7] L. Leon, K. Seal, and Z. Przasnyski, *Captivate your students' minds: Developing interactive tutorials to support the teaching of spreadsheet modeling skills*, INFORMS Trans. Educ. 7(1) (2006), pp. 70–87. Available at <http://ite.pubs.informs.org/>
- [8] J. Faulin, A. Juan, P. Fonseca, L.M. Pla, and S.V. Rodriguez, *Learning Operations Research online: Benefits, challenges, and experiences*, Int. J. Simul. Process. Model. 5(1) (2009), pp. 42–53.
- [9] J. Camm, *O.R. in the classroom – Get real!* OR/MS Today 34 (2007), pp. 34–37.
- [10] L. Leon, Z. Przasnyski, and K. Seal, *Teaching OR/MS to net-gens: A paradigm gap*, OR/MS Today 35 (2008), pp. 10–11.
- [11] J. Bersin, C. Howard, and K. O'Leonard, *Learning Management Systems 2010: Facts, Practical Analysis, Trends and Vendor Profiles*, Bersin & Associates, Oakland, CA, 2009.
- [12] M. Machado and E. Tao, *Blackboard vs. Moodle: Comparing User Experience of Learning Management Systems*, Frontiers in Education Conference, Wisconsin, EUA, 2007.
- [13] B. Lewis, V. MacEntee, S. DeLaCruz, C. Englander, T. Jeffrey, E. Takach, S. Wilson, and J. Woodall, *Learning Management Systems Comparison*, Proceedings of the 2005 Information Science and IT Education Joint Conference, Informing Science Institute, Brookhill Court, Santa Rosa, CA, 2005, pp. 17–29.

- [14] S. Graf and B. List, *An Evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues*, Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, IEEE, Piscataway, NJ, 2005, pp. 163–165.
- [15] S. Lonn and S. Teasley, *Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of learning management systems*, *Comput. Educ.* 53(3) (2009), pp. 686–694.
- [16] B. Rubin, R. Fernandes, M.D. Avgerinou, and J. Moore, *The effect of learning management systems on student and faculty outcomes*, *Internet Higher Educ.* 13(1–2) (2010), pp. 82–83.
- [17] G. Naveh, D. Tubin, and N. Pliskin, *Student LMS use and satisfaction in academic institutions: The organizational perspective*, *Internet Higher Educ.* 13(3) (2010), pp. 127–133.
- [18] N. Cavus, *The evaluation of Learning Management Systems using an artificial intelligence fuzzy logic algorithm*, *Adv. Eng. Softw.* 41(2) (2010), pp. 248–254.
- [19] P. Jaramillo, *Ventajas percibidas del LMS: Comunicación*. Available at <http://ticserendipity.wordpress.com/2009/08/04/lms-ventaja/>
- [20] J. Engelbrecht and A. Harding, *Teaching undergraduate mathematics on the Internet. Part 1: Technologies and Taxonomy*, *Educ. Stud. Math.* 58 (2005), pp. 235–252.
- [21] A. Juan, M. Huertas, C. Stegmann, C. Corcoles, and C. Serrat, *Mathematical e-learning: State of the art and experiences at the Open University of Catalonia*, *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* 39 (2008), pp. 455–471.
- [22] A. Juan, A.T. Daradoumis, J. Faulin, and F. Xhafa, *SAMOS: A model for monitoring students' and groups' activity in collaborative e-learning*, *Int. J. Learn. Technol.* 4(1/2) (2009), pp. 53–72.
- [23] A. Daradoumis, J. Faulin, A. Juan, F. Martinez, I. Rodriguez, and F. Xhafa, *CRM applied to Higher Education: Developing an e-monitoring system to improve relationships in e-learning environments*, *Int. J. Serv. Technol. Manage.* 14(1) (2009), pp. 103–125.
- [24] G. Rodriguez and A. Villa, *Can Computers Change the Trends in Mathematics Learning. A Spanish Overview*, Plenary Lecture at the 4th International Conference APLIMAT, Bratislava, Slovak, 2005.
- [25] G. Oates, J. Paterson, I. Reilly, and M. Statham, *Effective tutorial programmes in tertiary mathematics*, *Int. J. Sci. Math. Educ.* 7 (2005), pp. 731–739.

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 2007

Fecha de aceptación: junio 2008

Fecha de publicación: octubre 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

formativas 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 a 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 solo 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 *curriculum*s 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* ofrecen 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.

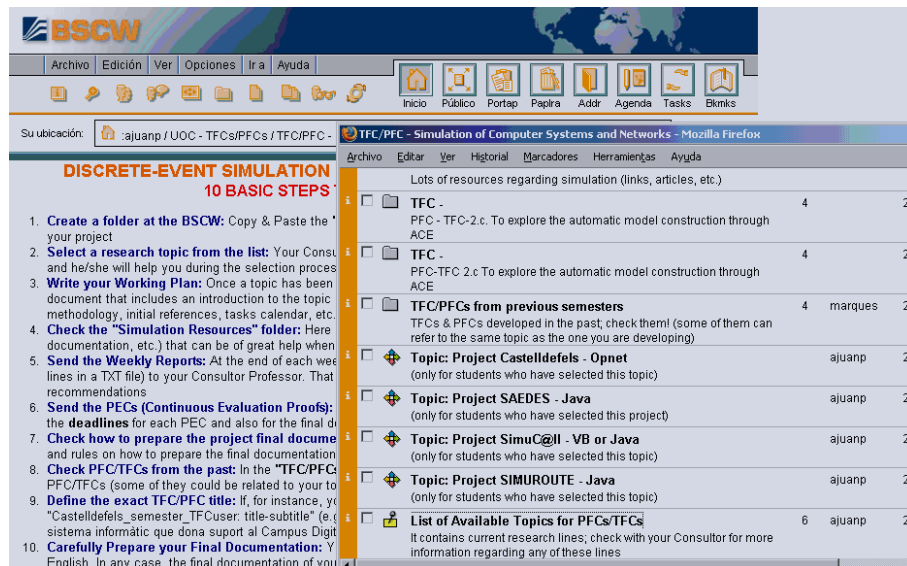


FIGURA 1. BSCW es un ejemplo de un entorno colaborativo *on-line*

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 ante 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 por 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 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%)

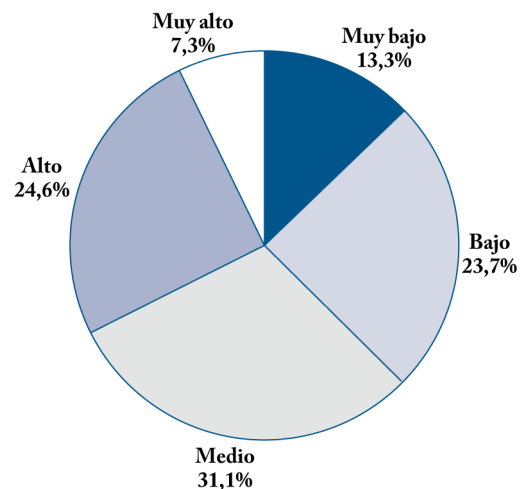


FIGURA 2. Uso actual de software matemático-estadístico
Fuente: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

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 comunidades autónomas españolas (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 pro-

porcionar 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%)

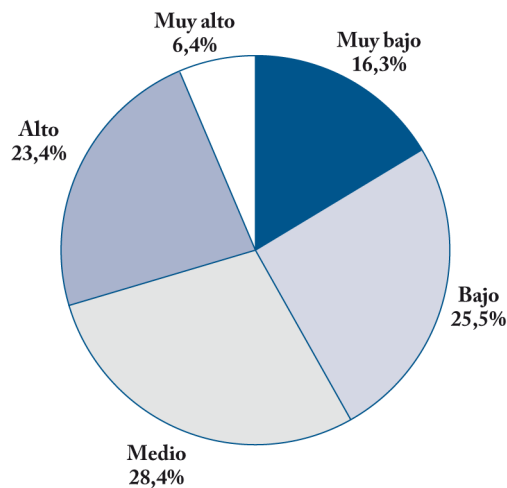


FIGURA 3. Uso actual de entornos on-line y de Internet
Fuente: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

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%)

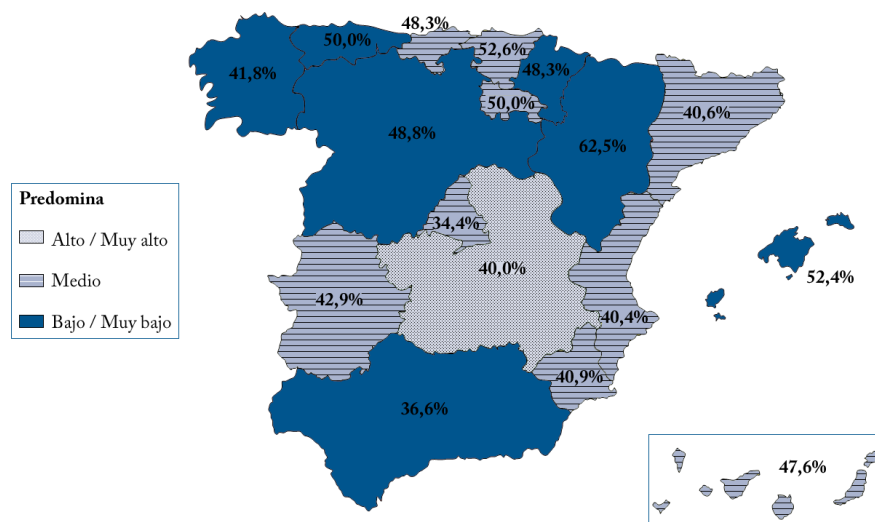


FIGURA 4. Nivel de adaptación al EEES por CC.AA.
Fuente: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

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 aprendizaje *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 propuestas 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

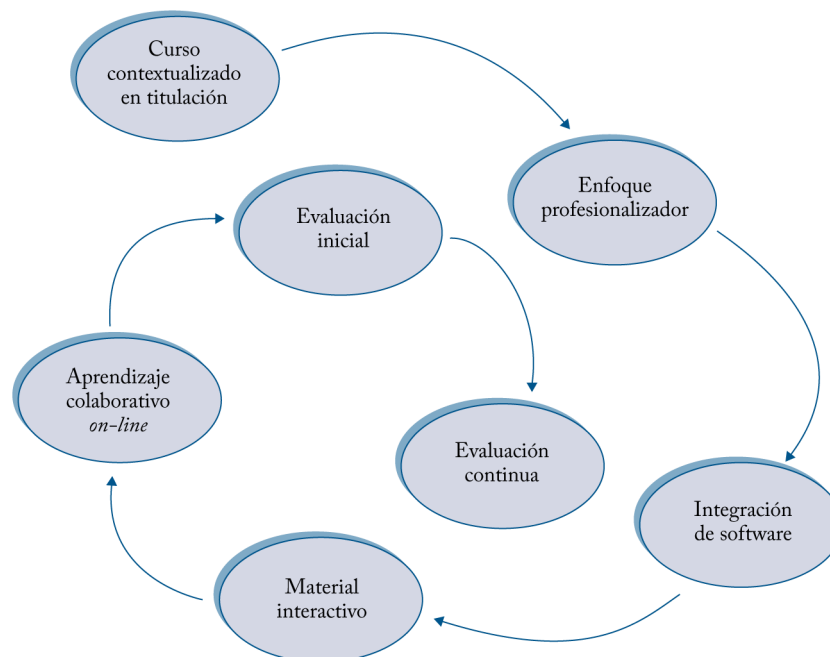


FIGURA 5. Aspectos clave de un modelo de e-learning de las matemáticas
Fuente: elaboración propia

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/code-of-practice/>>
- [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



Esta obra está bajo la licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 2.5 España de Creative Commons. Así pues, se permite la copia, distribución y comunicación pública siempre y cuando se cite el autor de esta obra y la fuente (*Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento - RUSC*) y el uso concreto no tenga finalidad comercial. No se pueden hacer usos comerciales ni obras derivadas. La licencia completa se puede consultar en: <<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/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.



Universitat Oberta
de Catalunya

www.uoc.edu

Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia

A. Juan, J. Faulin, P. Fonseca, C. Steegmann

Department of Computer Science, Open University of Catalonia

156 Rambla Poblenou, Barcelona 08018, Spain

Tel.: + 34 933 263 627, Fax: + 34 933 568 822

{ajuanp, jfaulin, pfonseca, csteegmann}@uoc.edu

L. Pla, S. Rodríguez

Department of Mathematics, University of Lleida, Spain

69 Jaume II Av., Lleida 25001, Spain

Tel.: + 34 973 702 704, Fax: + 34 973 702 716

{lmpla, srodriguez}@matematica.udl.cat

S. Trenholm

Math Education Division, Herkimer County Community College

100 Reservoir Road, Herkimer, New York 13350-1598, USA

Tel.: 315 866 0300 x8353, Fax: 315 866 0402

trenholsr@herkimer.edu

Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia

ABSTRACT

This chapter presents a case study of online teaching in Statistics and Operations Research (OR) at the Open University of Catalonia (UOC). UOC is a purely online university with headquarters in Barcelona, Spain, with students from many countries. As common to most math-related knowledge areas, teaching and learning Statistics and OR present difficult challenges in traditional higher education. These issues are exacerbated in online environments where face-to-face interactions between students and instructors as well as among students themselves are limited or non-existent. Despite these difficulties, as evidenced in the global growth of online course offerings, Web-based instruction offers comparative benefits to traditional face-to-face instruction. While there exists a plethora of literature covering experiences and best practices in traditional face-to-face instruction in mathematics, there is a lack of research describing long-term successful experiences in Statistics and OR online courses. Based on our experiences during the last decade, this chapter aims to share some insights on how to design and develop successful online courses in these knowledge areas.

KEYWORDS

Online Teaching, Web-Based Learning, Electronic Learning (E-Learning), Higher Education, Statistical Methods, Operations Management, Statistical Packages

INTRODUCTION

Information Technologies are changing the way in which higher education is delivered in developed countries. In the last decade, the use of instructional technologies has experienced steady growth in universities around the world (Ex: learning management systems for individual and collaborative learning, Internet-based academic resources, online repositories and databases, specific software for some knowledge areas, groupware and social networking software...). With the spread of these technologies, new pure-online universities have emerged and traditional face-to-face universities worldwide are witnessing transformations that affect the nature of the courses and degree programs they offer. These technological innovations have also driven the growth of distance learning and teaching opportunities. On the one hand, students who are time constrained due to job or travel difficulties, or place constrained due to geographic location or physical disabilities are now able to access courses and degree programs at their convenience (Simonson et al., 2003). On the other hand, students and professors from one university can participate as learners or teachers, respectively, in online courses offered at other universities. This dynamic thus promotes virtual mobility and knowledge sharing among distant universities.

With the rapid growth of distance and global education, e-learning models are currently practiced widely all over the world (Nagy, 2005; Allen & Seaman, 2008). Current instructional technologies facilitate the shifting from a traditional educational paradigm centered on the “masterful instructor” to an emergent educational paradigm that considers students as active and central actors in their learning process. In this new paradigm, student learning outcomes are achieved with the help of instructors, technology and other students. The instructor's primary role shifts from one of knowledge transmission to learning facilitator and specialist responsible for course design, guidance and supervision. In Europe, for instance, this paradigm shift is officially promoted by the Bologna declaration and the subsequent development of a European Area of Higher Education which aims to increase the international competitiveness and employability of European citizens (Van der Wende, 2000).

Regarding the areas of Statistics and Operations Research (OR), educational reforms are widespread both in pure-online and face-to-face education. For example, many instructors have been encouraged to try new teaching strategies based on online support, inter-disciplinary collaborative learning, and integration of statistical and OR software in their courses (Hardin & Ellington, 2005; Leon et al., 2006; Faulin et al., 2009). University departments worldwide have also begun working on new, engaging curricula that promotes conceptual understanding versus simple procedural knowledge. The goal is to increase student’s abilities to solve important real-life problems in different market sectors including solutions that yield improved efficiencies (Camm, 2007). Of course, this task is not easy and numerous challenges must be confronted. Some of these challenges are due to the intrinsic nature of the so called “Internet-generation” student while others are due to the intrinsic nature of Statistical and OR content (Leon et al., 2008).

BENEFITS AND CHALLENGES OF ONLINE EDUCATION

Most universities worldwide are currently integrating e-Learning Management Systems (LMS) – like Moodle (<http://moodle.org/>), Sakai (<http://sakaiproject.org/portal>) or Blackboard/WebCT (www.blackboard.com/), among others– in their higher education programs. These Web-based tools can be used to develop both alternative and complementary strategies to traditional face-to-face learning systems. These approaches permit delivery of instruction to students who are time- or place-constrained (Seufert, Lechner & Stanoevska, 2002). As Howell et al. (2003) also point out, in some developed countries the current higher-education infrastructure cannot easily accommodate the growing educational demand due to significant enrolment increases. Online education can be a useful and efficient means to mitigating this problem.

Today’s e-learning platforms provide fresh possibilities for instruction. Among them, students may use current technology to conveniently access all or part of their course material, take tests, complete homework assignments, participate in various individual and/or collaborative learning activities, post questions for instructors or for collaborative group student problem solving...

Other significant advantages for students are the following:

- *More flexibility when selecting learning timetables and schedules:* In traditional face-to-face learning processes, students have to attend a class on campus at a scheduled time (Zirkle, 2003). In many cases, this system is only valid for full-time students. On the contrary, online learning processes tend to offer more scheduling flexibility, which is an important factor for

adult students who have work or family duties. Moreover, students enrolled in online programs usually have the possibility of self-pacing some of the course content and activities. Empirical studies of online courses confirm their ability to reach students with special needs. [Robinson's \(2005\)](#) study found that 43% of students across 18 disciplines at 13 universities took online courses because they were convenient for work schedules, while 22% chose them due to family duties.

- *Less geographical or time constraints to communication with other students or instructors:* A more interactive communication among students and between students and instructors is promoted which, in turn, encourages the development of collaborative and working-group activities ([Daradoumis et al., 2006](#)).
- *Promotion of continuous evaluation processes:* This, in turn, allows students to receive updated feedback about their academic progress during the course. As some authors point out, interactive self-assessment might improve students' academic results as well as their perception of learning ([Peat & Franklin, 2002](#); [Lowry, 2005](#)). While online platforms are very convenient for disseminating or publishing online, on the other hand, students are also able to work autonomously using any or all educational resources available on the platform.
- *Promotion of a multimedia representation of information:* By combining text, images, voice, and video, practical knowledge transmission is facilitated. According to [Zirkle \(2003\)](#), e-learning technologies contribute to the development of technical skills. [Howell et al. \(2003\)](#) emphasize that technological fluency is becoming a graduation requirement. [Faulin et al. \(2009\)](#) point out that these technologies can help reduce the gap between theory and practice.

At the same time, there are some important challenges typically associated with e-learning. Most of these challenges are especially relevant in the case of mathematical-related online courses:

- *Significant differences in backgrounds and technical skills:* Generally speaking, students taking online courses are typically older than most undergraduate students. Consequently, according to [Simonson, et al. \(2003\)](#), it is somewhat usual to have to deal with students with a limited technological and mathematical background. Similarly, the needs of students with physical limitations need to be addressed and alternative ways to access content should be provided ([Schwartzman, 2007](#)).
- *High dropout rates and isolation risk:* As [Sweet \(1986\)](#) and [Truluck \(2007\)](#) point out, distance-education programs tend to produce higher dropout rates than face-to-face education programs. The lack of a personal contact between the agents involved in the learning process increases the risk of a sense of isolation among students. Students may feel disconnected from the instructors as well as from other students. For that reason, modes of interactive communication need to be facilitated and continuously encouraged by instructors. [Truluck \(2007\)](#) proposes a few interesting measures for addressing dropout rates in online courses; among others he suggests the use of informal online meetings or “coffee shops” for conversation. Instructors can also feel isolated, affecting their satisfaction, motivation, and potential long-term involvement in online learning ([Childers & Berner, 2000](#)).
- *Continuous feedback and accreditation requirements:* As previously alluded, online learning platforms tend to be associated with the use of continuous evaluation processes, individualized self-assessment instruments and through the use of multimedia interactive and collaborative activities. Consequently, there is a need for instructors to provide just-in-time guidance and assistance to students' activities as well as periodical and current feedback related to the assessment of these activities. This is not a trivial task. Finally, related to this

problem there is the necessity for developing protocols that certify the authorship of students' academic activities (Trenholm, 2007; Juan et al., 2008).

THE OPEN UNIVERSITY OF CATALONIA

The Open University of Catalonia or UOC (<http://www.uoc.edu/portal/english>) is a fully online university with headquarters in Barcelona, Spain. It was founded in 1995 by the Catalan Government with the mission of “providing people with lifelong learning and education through intensive use of information and communication technologies”. According to official data, the UOC offers educational services over the Internet to more than 50,000 students, distributed in several undergraduate and graduate programs (Figure 1).

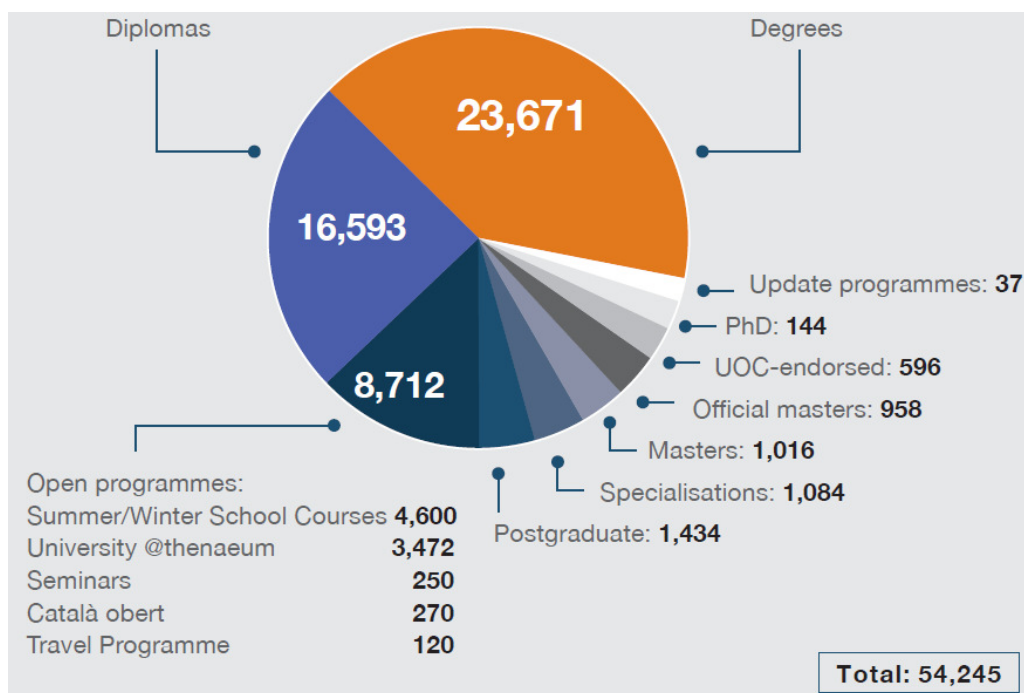


Figure 1: Distribution of UOC students by type of studies

UOC students belong to different parts of the world, but they are mainly located in Spain and South America. About 60% of UOC undergraduate students are adult students (over 30 years old) that typically combine their professional activity and/or family responsibilities with their academic duties. Educational services are delivered by a team composed of more than 2,200 instructors –including UOC faculty and UOC online collaborators, most of these professors from other Spanish universities– and 550 management staff. The UOC uses an asynchronous and student-centered educational model and has already received several international prizes, such as the 2001 ICDE Prize for the best virtual and distance university in the world or the 2004 OEA Prize for educational quality. Currently, up to 22 accredited degrees and official masters are offered via the UOC Virtual Campus, a learning management system entirely developed and maintained at the UOC (Figure 2). Some of the most popular degrees (in number of registered students) offered at the UOC are as follows: Computer Engineering, Business Administration and

Management, Psychology, Telecommunications, Information and Communication Sciences, Law, and Humanities. Due to the instrumental nature of Statistics and Operations Research knowledge areas, related courses are offered in the first five out of the seven aforementioned degrees. For that reason, the Open University of Catalonia is officially supporting and funding several innovative projects intended to help develop high-quality mathematics and statistics content to be shared among students and instructors in different degree programs utilizing online repositories and content management systems. The next sections of this chapter will describe the personal experiences of Statistics and OR instructors in the engineering degree programs.

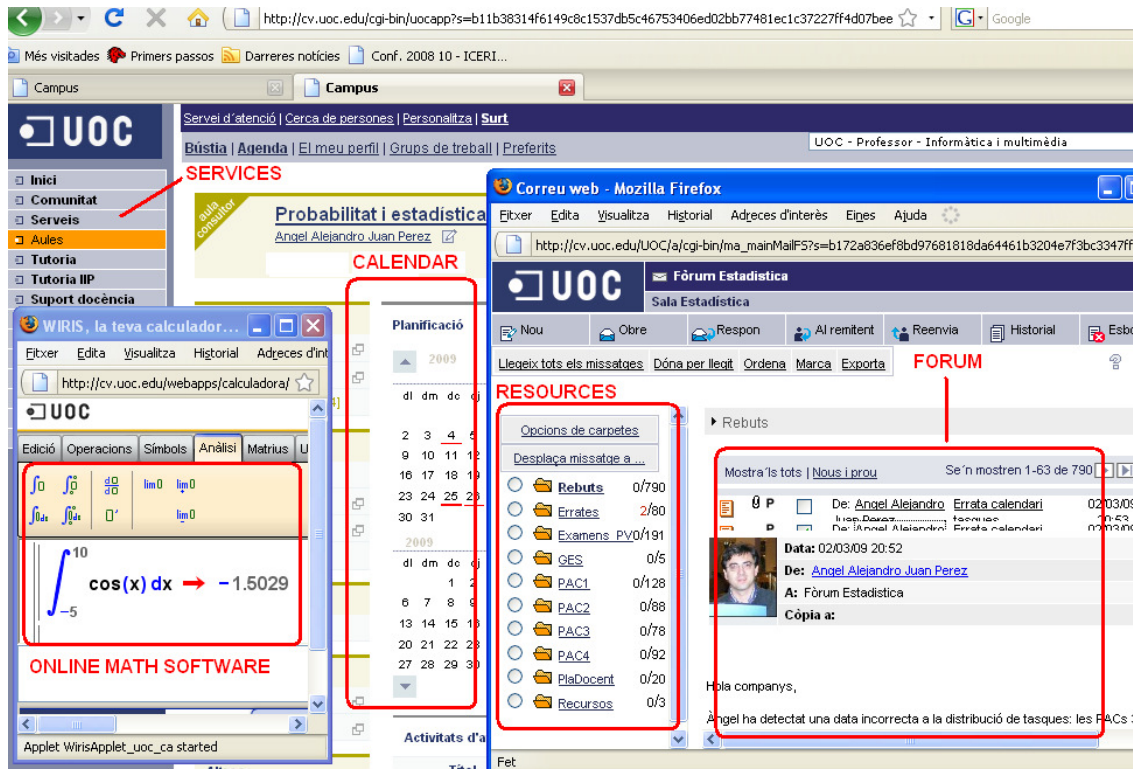


Figure 2: A screenshot of the UOC Virtual Campus with some of its functionalities

GENERAL CHARACTERISTICS OF ALL UOC COURSES

At the beginning of the semester, students are enrolled in several classes inside the UOC Virtual Campus. There are no more than fifty students per class. Each of these classes is tutored by one instructor, who also gives guidance and support to students throughout the learning process. Each virtual class provides a private area inside the UOC Virtual Campus. This area contains course-related forums and academic resources. One vital resource is the course learning materials which can be accessed online or downloaded for printing. These materials have been carefully designed and written by the instructors for students and, therefore, include clear definitions, abundant examples and worked problems. A complete syllabus of the course, including academic objectives, methodology and evaluation system –with deadlines for deliverable homework and final exams– is also available for students at the beginning of the term.

All courses at the Open University of Catalonia make use of a continuous evaluation process. That is, throughout the semester, students are working on homework activities which they are responsible for sending to their respective instructors for evaluation and feedback. The number of activities varies, usually between four and six, depending on the specific course. Likewise, some of these activities are to be solved individually by each student, while others may be solved collaboratively in small groups. Students may also be required to participate in some form of discussion thread. Even when not strictly mandatory, students are encouraged to complete this continuous evaluation process and to actively participate in course-related discussion forums. Years of experience teaching statistics indicate that these practices are among the most effective means of helping students achieve course learning goals and effectively prepare for, what is in most cases, a face-to-face final exam.

STATISTICS COURSES OFFERED TO UOC ENGINEERS

Presently, there are two online undergraduate courses on Statistics that UOC students must take to complete their engineering degree. Specifically, apart from other related courses such as Algebra, Mathematical Analysis, Discrete Mathematics, Data Mining, etc., engineering students at UOC must complete a course in Applied Statistics as well as a course in Probability and Stochastic Processes. Each semester the two courses together comprise up to approximately 450 students. They require the collaboration of 11 instructors, including one course coordinator, and several tutors for each virtual class.

Applied Statistics is a first course in Statistics which covers the basics –descriptive statistics, correlation and simple regression, popular statistical distributions, sampling distribution results, confidence intervals and hypothesis testing– as well as some more advanced topics –multiple regression, ANOVA and non-parametric tests. The course follows a professionally-oriented approach, i.e., the focus is centered on professional applications of the statistical concepts and techniques instead of on the mathematical theory that supports them. Thus, throughout the course students are confronted with several realistic situations where an engineer might need to apply Statistics to solve a problem either related with Computer or Electrical Engineering. As it happens in most real situations, manual calculations are substituted by computer-aided calculations, i.e.: statistical software such as Minitab (www.minitab.com) or R (<http://www.r-project.org>) is used intensively during the course. Each student is free to choose between these two programs to complete the assigned homework. Apart from the regular virtual classes, students are also assigned to a virtual laboratory class where an instructor provides support and guidance on the use of these statistical packages. As in every other UOC courses, students must complete a set of homework activities during the course and send the corresponding work before a set deadline. For this course, they are also required to complete a two part final exam. The first part is a practical case-study to be solved with the help of a statistical package, while the second part is a two hour face-to-face summative exam. The final score is obtained by averaging the score obtained at the continuous evaluation and that from the final exam. Results from previous years consistently indicate that students who actively participate during the course and successfully complete the continuous evaluation process are likely to pass the course without any great difficulties. On the contrary, those who do not participate from the continuous evaluation rarely, if ever, pass the final summative exam.

Probability and Stochastic Processes is another introductory course that provides students with basic concepts about probability, random variables, probability distributions, stochastic processes, Markov chains and queueing theory. Engineering students, particularly telecommunications degree majors, require all of this content for upcoming courses. As previously, the course follows a professionally-oriented approach: realistic case studies are discussed and solved with the help of probability and stochastic processes theories. Use of mathematical software, such as Wiris (<http://www.wiris.com>) or Matlab (<http://www.mathworks.com>) is also considered and promoted. Several homework assignments are posted through the course and students need to take also a final face-to-face exam to prove that they have reached all required knowledge, skills and competencies.

With regards to graduate online courses on Statistics, a new Masters in Computer Engineering also includes a course on Advanced Data Analysis, mainly covering multivariate statistics. UOC is also currently offering an online Masters in Bioinformatics and Biostatistics. The methodology in all these programs is very similar to the one explained before for their related undergraduate courses, the main difference being an increase in interdisciplinary collaborative activities and the realization of a final Master's Thesis, which reinforces the professional orientation of all those courses.

COURSES ON OPERATIONS RESEARCH FOR UOC ENGINEERS

The UOC also offers two online undergraduate courses in Operations Research. The first one is an introduction to basic OR concepts such as linear programming, duality, sensibility analysis, dynamic programming, integer programming, flow optimization in networks, metaheuristics, queuing theory and simulation. This course follows a methodology similar to those previously described. With OR being an applied discipline by nature, the course is also professionally-oriented, case-study driven, and intensive in the use of OR software such as Lindo/Lingo (www.lindo.com) and Excel/VBA. The second course is a project-based class focused on discrete-event simulation where the student has to develop his/her own simulation project. Generally, the student can choose among different working lines and software, e.g.: simulation of computer networks with Opnet (www.opnet.com), development of simulation-based algorithms with general-purpose programming languages like Java or C/C++, or simulation of industrial and service processes with simulation packages such as GPSS (<http://www.minutemansoftware.com>) (Figure 3). Both courses are optional inside the engineering degree curricula and generally, every academic year, more than 70 students enroll. Feedback has largely been positive. In some cases, advanced students have participated in research projects with instructors and, as a result, they have appeared as co-authors in several publications related to top-conferences such as the Winter Simulation Conference (www.wintersim.org) or the EURO (<http://www.euro-online.org>). This, in turn, acts as an additional motivation for students, who wish to enjoy the experience of publishing and presenting his/her work at international forums.

For graduate students, the UOC also offers an online course on Advanced Simulation, which covers topics such as modeling input data, random number generation, verification and validation, experimental design and output analysis. This course is research-oriented in the sense

that it constitutes a formation complement for all those students who wish to start a PhD in the Operations Research area.

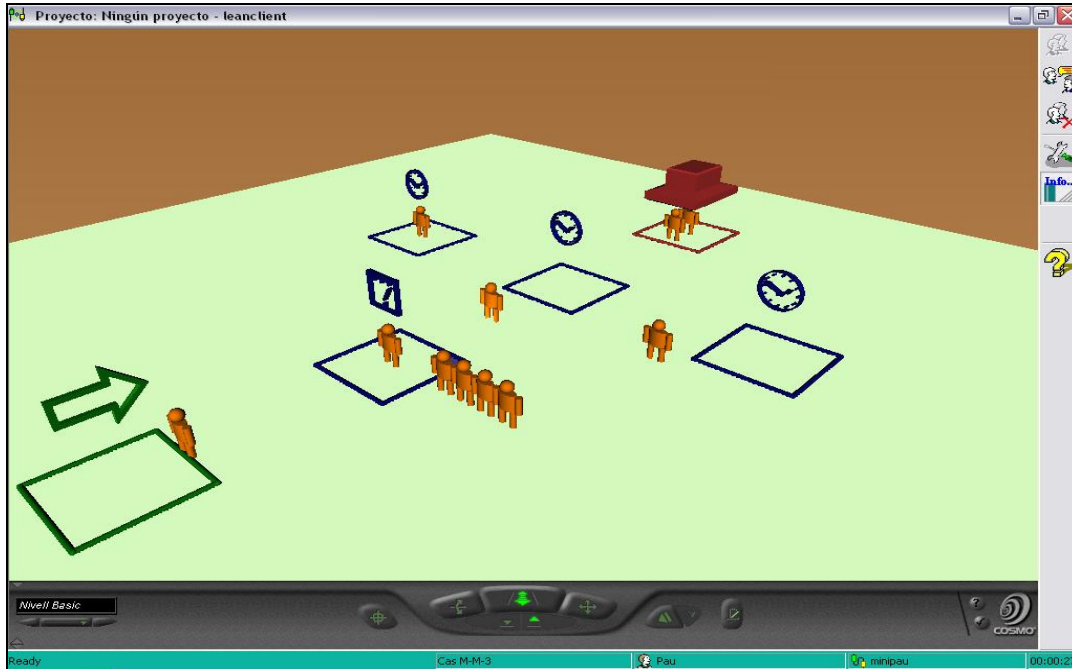


Figure 3: Simulating a service process in one of our OR courses

EVOLUTION OF STATISTICS AND OR COURSES AT THE UOC

In this section we will discuss some experiences regarding the pedagogical evolution of our Statistical and OR courses at the UOC. In particular, within the Studies of Computer Sciences (CS) program, we will focus on how, over the last few years, these courses have evolving. These Studies have been offered at the UOC since 1996. At the onset, they had only a few dozen registered students. Today, they have more than 3,000 registered students. Each term about 400 students follow an introductory course on Probability and Statistics and about 70 students follow a course on Operations Research. During the past years at UOC, there has been a continuous improvement process involving the way these courses are taught and learned. We can distinguish three major stages in this process:

Stage 1 (1996 – 1999): Direct implementation from face-to-face courses

When the CS degree started in 1996, pedagogical model of the traditional face-to-face universities was directly implemented in the new online environment. For instance, course materials were simply traditional books for distance education with some additional document in digital format –such as PDF or HTML– and, at best, some videos. Soon, it became obvious that instructor’s role in an online environment was quite different than a traditional one (Daradoumis et al., 2006). Consequently, a new methodological approach was necessary.

Stage 2 (2000 - 2004): Use of technology and innovative methodologies

At the second stage, many innovative experiments were tested. The goal was to improve the overall quality of learning-processes at UOC. To pursue that goal, more information and communication technology resources were employed in the development of new mathematical materials and courses. Complementary materials, which reinforced practical applications of theoretical concepts, were developed and published online. Also, some projects regarding the development of open online materials were developed. The e-Math project (www.uoc.edu/in3/e-math) was conceived to promote the efficient use and integration of instructional technologies – Internet and specialized software– as a fundamental part of most mathematical courses at the UOC, including: Algebra, Calculus, Probability and Statistics, Operations Research, Discrete Mathematics, etc. New learning materials, divided into individual modules named math-blocks, were developed and published online, usually in PDF or HTML format. These materials were designed as additional learning resources, and were especially oriented to students with a poor background in mathematics or to students looking for complementary, practical and software-oriented learning resources. Usually, each math-block had an associated file containing computer data or computer laboratories with step-by-step guidance. Additionally, online homework and tests were included at different times during the semester. In the Statistics and OR courses, these tests and homework were especially designed to promote the use of mathematics software among students.

Stage 3 (2005 – 2007): Curricula redefinition following a top-down approach

During the third stage instructional technology resources were fully integrated into the Statistical and OR courses. Special attention was paid to the use of mathematical software and Java applets. They were used: (a) to perform real-life calculations that illustrate applications of mathematics to computer science problems, and (b) as interactive tools that help students to understand mathematical concepts by experimentation and visualization. One more major innovation developed at this stage was the complete redefinition of the Computer Science curriculum. The CS faculty staff was grouped in interdisciplinary work teams, each of them composed of lecturers from different knowledge areas. Each of these teams worked for months in order to identify those concepts, techniques and skills that our students required for graduation

Recommendations from the Association for Computing Machinery (ACM, www.acm.org/education/curricula.html) were considered and different curricula from universities worldwide were analyzed and discussed. Finally, members of each team met to share results and extract conclusions regarding the educational needs of our students. Taking these educational needs as a starting point, all CS curricula were redefined using a top-down approach, i.e.: starting with the “top subjects” –those located at the last semester in the CS curricula, and descending to the “bottom ones” –those located in the first semester. The major dependencies among subjects were identified and a dependencies map of contents linking different subjects was established. According to this map, all subjects in the CS degree were redefined, both in contents –giving priority to those contents that students will need in other subjects or in their future professional activity–, and in orientation –promoting a practical and updated approach to all subjects instead of a more theoretical and traditional one. Our goal was to redesign all subjects taking into consideration a global vision of the CS curricula instead of a more fractional vision restricted to each individual subject.

Stage 4 (2007 – 2009): Adaptation to the European Area of Higher Education

As stated at the beginning of this chapter, most European universities are currently involved in the creation of a European Area of Higher Education. In our particular context, this means a revision of all undergraduate and graduate courses so that they agree with the new EU directives. Among other things, there is a redefinition of the evaluation process where the focus remains on the evaluation of competences –both transversal and course-specific– attained by students during the semester. For example, more collaborative-learning practices are being introduced in our courses so that students can acquire transversal competencies related to the development of group projects. Likewise, some of our courses are being offered in English, instead of in Spanish, so that students can acquire foreign language competencies and also as a means to facilitate virtual mobility among students from different European universities.

LESSONS LEARNED FROM EXPERIENCE

From previous discussion, and based on a long-term experience at the UOC offering Statistical and OR courses online, there are five fundamental factors or “golden rules” that, in our opinion, should be considered when designing and developing successful online courses in this particular knowledge area. In particular (Figure 4):

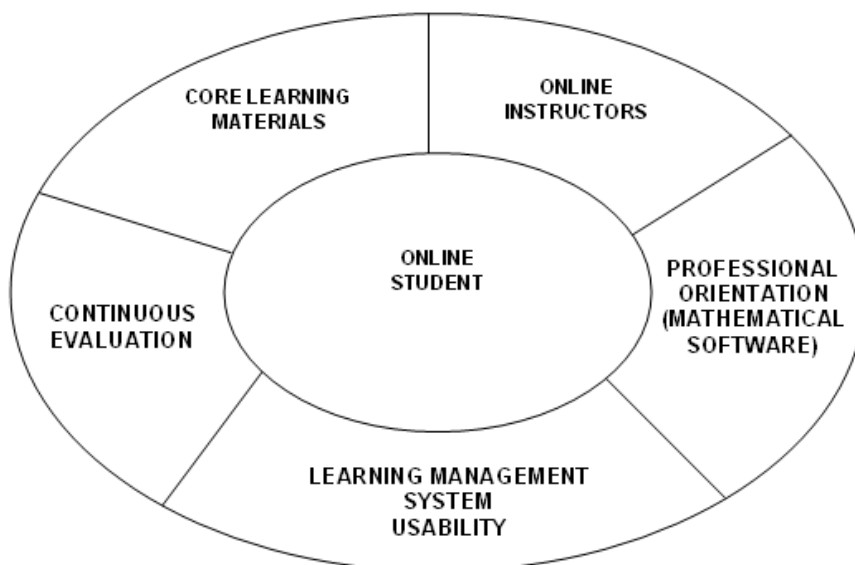


Figure 4. Key design factors of our Statistics and OR courses at the UOC

- ***Course core learning materials:*** They constitute the main source of information for students during the learning process. They must be accurately designed for independent learning processes and must provide the student with an insight into all relevant aspects of the course. Ideally, these notes and learning materials should have been designed and written by the instructors themselves in order to promote a strong correlation between the materials and the evaluation activities (homework and final exam). Due to the intrinsic nature of these knowledge areas, where students need to do a lot of thinking and annotations during the

learning process, it is strongly recommended that these core materials should also be available in PDF format for easy printing. Of course, these core learning materials can and should be complemented with additional learning materials and resources, such as applets, related articles, simulations, etc.

- *Online instructors:* The role of online instructors is critical to the success of an online instruction. Instructors should be responsible for designing and writing the core learning materials and, moreover, the homework activities that constitute the continuous evaluation process. Furthermore, they are also responsible for designing the final exam. Even more important than that, they are the ones who must guide and provide orientation, support and continuous feedback to students throughout the learning process. This guidance should be developed through posted messages (e.g. at the beginning of each week) with clear instructions about which contents and activities must be completed in the short-run. While they are working on the course material or with the math software, support should be provided with quick responses to student posts in shared forums and e-mail. This feedback should be provided no later than 48 hours from the posting of the question. Finally, coordination among different instructors of the same course is important in order to guarantee homogeneity.
- *Professional-oriented approach using mathematical software:* Distance-learning students, and particularly those with professional or family duties, need continuous motivation so that they feel that it is worthy to invest their time completing a degree program. This is especially true in the case of some knowledge areas, such as mathematics, which sometimes are presented to the student as a theoretical corpus without visible application in their professional careers. Theoretically-oriented math instruction might make sense for students in a pure Math degree program, but usually is not the best way to motivate students completing other degrees such as Computer Science or Telecommunication. Hence, it is important that students understand what Statistics and OR courses provide for them in terms of practical concepts and skills. Therefore, whenever possible, a professionally-oriented applied approach is likely to be more appreciated by students and will definitively contribute to higher levels of motivation. However, it is completely understood that in order to be able to analyze and solve realistic problems and scenarios, use of mathematical software is mandatory. The available statistics and OR-software offer of is of such high quality (Swain, 2009) that the issue is not as much which specific software to use but how to effectively integrate it into the course curriculum.
- *Continuous evaluation process:* At least in some European countries, most face-to-face courses were traditionally evaluated through a single exam at the end of the semester. At times, a mid-term exam was also included in the evaluation process. One of the aspects promoted by the European Area of Higher Education is the generalization of continuous evaluation processes throughout degree programs. In the case of online students, the use of a continuous evaluation system is even more necessary since it is highly related to the issue of motivation and can significantly contribute to reducing dropout rates during the semester.
- *Learning Management System usability:* As stated before in this chapter, there are several LMS available today –both commercial and free. With regards to Statistics and OR courses, any of them may be an excellent alternative, however, one problem not yet solved is the challenge of effectively communicating with mathematical symbols and equations. Nevertheless, the most important aspect of any LMS is its usability, i.e., students and instructors should feel comfortable using the LMS and all main options should be intuitive

and easy to find. For Statistics and OR courses, no specific requirements are needed, but the system should be able to facilitate an online space for posting instructor's notes –official messages from instructors to students– and another space for students to post notes and hold debates and discussions regarding the course contents. Other desirable LMS options would be the inclusion of a native equation editor and a monitoring feature that can provide regular feedback on students' activity and performance (Juan et al., 2009).

CONCLUSIONS

The current worldwide higher education endeavor is experiencing increased growth in the use of e-Learning Management Systems. This growth is challenging traditional pedagogy and re-defining the traditional roles of instructors and students in our modern knowledge-based society. In this new context, with the lack of face-to-face interaction, teaching and learning online courses in mathematics requires a particular approach both for faculty and students. In this chapter we have analyzed some of the advantages and challenges associated with mathematical courses offered online and presented our long-term experience teaching Statistics and Operations Research online at the Open University of Catalonia. After discussing how we design, develop and manage these courses as well as how they have been evolving throughout the last decade, the chapter highlights the main factors that –according to our experience– need to be carefully considered when offering online courses in mathematics or related subjects . This case study demonstrates not only the viability of teaching Statistics and OR courses online but also principles on how it can be taught successfully.

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been partially financed by the Spanish Ministry of Education and Science under grant EA2008-0151, and also by the Catalan Government under grant 2008MQD 00177.

REFERENCES

- Allen, T.H. (2006). Raising the question #1: Is the rush to provide online instruction setting our students up for failure?. *Communication Education*, 55(1), 122-126.
- Allen, I., & Seaman, J. (2008). *Staying the course: online education in the United States*. The Sloan Consortium.
- Camm, J. (2007). O.R. in the Classroom – Get Real!. *OR/MS Today*, 34(4), 34-37.
- Childers, J.L., & Berner R.T. (2000). General education issues, distance education practices: building community and classroom interaction through the integration of curriculum, instructional design, and technology. *The Journal of General Education*, 49(1), 53-65.

Daradoumis, T., Xhafa, F., & Juan, A. (2006). A framework for assessing self, peer and group performance in e-learning. In *Self, peer, and group assessment in e-learning* (pp. 279-294). Idea Group Press (IGI Global).

Del Moral, M.E., & Villalustre, L. (2008). Wikis and collaborative education by means of Webquest in higher education. *Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa*, 7(1), 73-83.

Faulin, J., Juan, A., Fonseca, P., Pla, L.M., & Rodriguez, S.V. (2009). Learning operations research online: benefits, challenges, and experiences. *International Journal of Simulation and Process Modelling. Special Issue on Modelling and Simulation Education*, in press.

Hardin, J. and A. Ellington (2005). Using Multimedia to Facilitate Software Instruction in an Introductory Modeling Course. *INFORMS Transactions on Education*, 5(2). <http://archive.itejournal.informs.org/Vol5No2/HardinEllington/> (last access Feb 27, 2009)

Howell, S.L., Williams, P.B., & Lindsay, N.K. (2003). Thirty-two trends affecting distance education: An informed foundation for strategic planning. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 6(3), 1-18.

Juan, A., Daradoumis, T., Faulin, J., Xhafa, F. (2009). SAMOS: A model for monitoring students' and groups' activity in collaborative e-learning. *International Journal of Learning Technology*, in press.

Juan, A., Huertas, M., Steegmann, C., Corcoles, C., & Serrat, C. (2008). Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39(4), 455-471

Leon, L.; Seal, K. & Przasnyski, Z. (2006). Captivate Your Students' Minds: Developing Interactive Tutorials to Support the Teaching of Spreadsheet Modeling Skills. *INFORMS Transactions on Education*, 7(1). <http://archive.itejournal.informs.org/Vol7No1/LeonSealPrzasnyski/> (last access Feb 27, 2009)

Leon, L.; Przasnyski, Z. & Seal, K. (2008). Teaching OR/MS to Net-Gens: A Paradigm Gap?. *OR/MS Today*, 35(5), 10-11.

Lowry, R. (2005). Computer-aided self assessment -an effective tool. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(4), 198-203.

Nagy, A. (2005). The Impact of E-Learning, in: Bruck, P.A.; Buchholz, A.; Karssen, Z.; Zerfass, A. (Eds). *E-Content: Technologies and Perspectives for the European Market*. Berlin: Springer-Verlag, pp.79-96.

Peat, M., & Franklin, S. (2002). Supporting student learning. The use of computer-based formative assessment modules. *British Journal of Educational Technology*, 33(5), 45-55.

Robinson, L.A. (2005). Consumers of online instruction. *Issues in Information Systems*, 6, 170-175.

Swain, J. (2009). A long way from flip charts. *ORMS Today*, 36(1), 44-47.

Schwartzman, R. (2007). Refining the question: how can online instruction maximize opportunities for all students? *Communication Education*, 56(1), 113-117.

Seufert, S., Lechner, U., & Stanoevska, K. (2002). A reference model for online learning communities. *International Journal on E-Learning*, 1(1), 43-54.

Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M., & Zvacek, S. (2003). *Teaching and learning at a distance*. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.

Sweet, R. (1986). Student drop-out in distance education: An application of Tinto's model. *Distance Education*, 7(2), 201-213.

Trenholm, S. (2007). An investigation of assessment in fully asynchronous online math courses. *International Journal for Educational Integrity*, 3(2), 41-55.

Truluck, J. (2007). Establishing a mentoring plan for improving retention in online graduate degree programs. *Online Journal of Distance Learning Administration*, 10(1), 1-6.

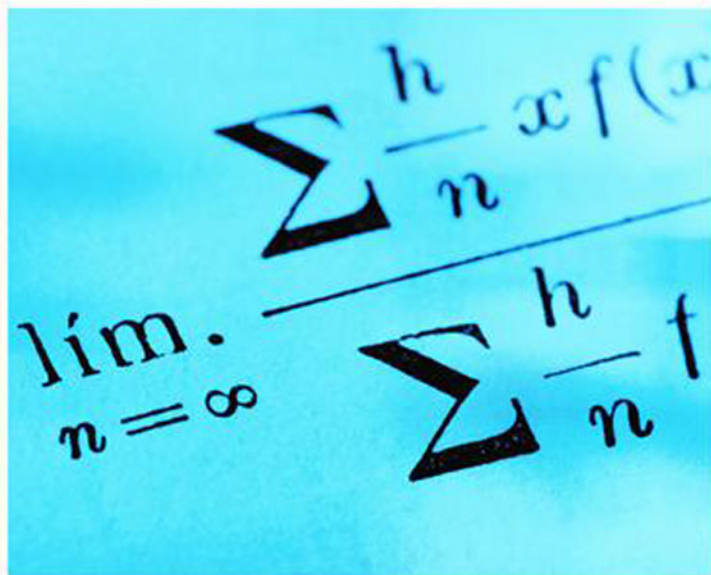
Van der Wende, M. (2000). The Bologna declaration: enhancing the transparency and competitiveness of European higher education. *Higher Education in Europe*, 25(3), 305-310.

Zirkle, C. (2003). Distance education in career and technical education: a review of the research literature. *Journal of Vocational Education Research*, 28(2), 151-171.

PREMIER REFERENCE SOURCE

Teaching Mathematics Online

Emergent Technologies and Methodologies



Angel A. Juan, Maria A. Huertas, Sven Trenholm & Cristina Steegmann

Teaching Mathematics Online:

Emergent Technologies and Methodologies

Angel A. Juan
Open University of Catalonia, Spain

Maria A. Huertas
Open University of Catalonia, Spain

Sven Trenholm
Loughborough University, UK

Cristina Steegmann
Open University of Catalonia, Spain

Senior Editorial Director: Kristin Klinger
Director of Book Publications: Julia Mosemann
Editorial Director: Lindsay Johnston
Acquisitions Editor: Erika Carter
Development Editor: Michael Killian
Production Editor: Sean Woznicki
Typesetters: Christen Croley, Adrienne Freeland
Print Coordinator: Jamie Snavely
Cover Design: Nick Newcomer

Published in the United States of America by
Information Science Reference (an imprint of IGI Global)
701 E. Chocolate Avenue
Hershey PA 17033
Tel: 717-533-8845
Fax: 717-533-8661
E-mail: cust@igi-global.com
Web site: <http://www.igi-global.com>

Copyright © 2012 by IGI Global. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored or distributed in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without written permission from the publisher. Product or company names used in this set are for identification purposes only. Inclusion of the names of the products or companies does not indicate a claim of ownership by IGI Global of the trademark or registered trademark.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Teaching mathematics online: emergent technologies and methodologies / Angel A. Juan ... [et al.], editors.
p. cm.

Summary: "This book shares theoretical and applied pedagogical models and systems used in math e-learning including the use of computer supported collaborative learning, which is common to most e-learning practices"-- Provided by publisher.

Includes bibliographical references and index.

ISBN 978-1-60960-875-0 (hardcover) -- ISBN 978-1-60960-876-7 (ebook) -- ISBN 978-1-60960-877-4 (print & perpetual access) 1. Computer-assisted instruction. 2. Web-based instruction. 3. Mathematics--Study and teaching-- Technological innovations. I. Juan, Angel A., 1972-

QA20.C65T434 2011

510.78'54678--dc22

2011013010

British Cataloguing in Publication Data

A Cataloguing in Publication record for this book is available from the British Library.

All work contributed to this book is new, previously-unpublished material. The views expressed in this book are those of the authors, but not necessarily of the publisher.

Editorial Advisory Board

Elena Barbera, eLearn Center, *Open University of Catalonia, Spain*

Antonio F. Costa, *Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain*

Thanasis Daradoumis, *University of the Aegean, Greece*

Kellie S. Grasman, *Missouri University of Science & Technology, USA*

Susan L. Kutryb, *Hudson Valley Community College, USA*

Fernando Pestana da Costa, *Universidade Aberta, Portugal*

Francesca Pozzi, *Istituto Tecnologie Didattiche CNR, Italy*

Teresa Sancho, *Open University of Catalonia, Spain*

List of Reviewers

Buma Abramovitz, *Ort Braude College, Israel*

Giovanna Albano, *Universita degli Studi di Salerno, Italy*

Juan G. Alcazar, *Universidad de Alcalá, Spain*

Matthew Badger, *University of Birmingham, UK*

Elena Barbera, *eLearn Center - Open University of Catalonia, Spain*

Barry Cherkas, *Hunter College - CUNY, USA*

Antonio F. Costa, *Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain*

Hans Cuypers, *Eindhoven University of Technology, The Netherlands*

Thanasis Daradoumis, *University of the Aegean, Greece*

Blazenska Divjak, *University of Zagreb, Croatia*

Kellie S. Grasman, *Missouri University of Science & Technology, USA*

Boris Horvat, *University of Ljubljana, Slovenia*

Jiri Hrebicek, *Masaryk University, Czech Republic*

Maria Antonia Huertas, *Open University of Catalonia, Spain*

Daniel H. Jarvis, *Nipissing University, Canada*

Angel A. Juan, *Open University of Catalonia, Spain*

Manuel Juarez-Pacheco, *CENIDET, México*

Susan L. Kutryb, *Hudson Valley Community College, USA*

Agata Lapedriza, *Open University of Catalonia, Spain*

Birgit Loch, *Swinburne University of Technology, Australia*

Rafael Lopez, *Universidad de Granada, Spain*

Ciarán Mac an Bhaird, *National University of Ireland Maynooth, Ireland*
Maria Meletiou-Mavrotheris, *European University of Cyprus, Cyprus*
Travis Miller, *Millersville University, USA*
Morten Misfeldt, *The Danish School of Education, Denmark*
Diana S. Perdue, *Pride Rock Consulting, USA*
Fernando Pestana da Costa, *Universidade Aberta, Portugal*
Francesca Pozzi, *Istituto Tecnologie Didattiche - CNR, Italy*
Jordi Saludes, *Universitat Politècnica de Catalunya, Spain*
Teresa Sancho, *Open University of Catalonia, Spain*
Fernando San Segundo, *Universidad de Alcalá, Spain*
Jason Silverman, *Drexel University School of Education, USA*
Cristina Steegmann, *Open University of Catalonia, Spain*
Dirk Tempelaar, *Maastricht University School of Business and Economics, The Netherlands*
Sven Trenholm, *Loughborough University, UK*
Alexander Vaninsky, *Hostos Community College - CUNY, USA*
Joe Ward, *Loughborough University, UK*

Table of Contents

Foreword	viii
Preface	x
Acknowledgment	xiv

Section 1 **Blended Experiences in Mathematics E-Learning**

Chapter 1

A Model for Asynchronous Discussions in a Mathematics Content Course	1
<i>Travis K. Miller, Millersville University, USA</i>	

Chapter 2

A Blended Learning Approach in Mathematics	22
<i>B. Abramovitz, ORT Braude College, Israel</i>	
<i>M. Berezina, ORT Braude College, Israel</i>	
<i>A. Berman, Technion Israel Institute of Technology, Israel</i>	
<i>L. Shvartsman, ORT Braude College, Israel</i>	

Chapter 3

Screencasting for Mathematics Online Learning: A Case Study of a First Year Operations Research Course at a Dual Delivery Mode Australian University	43
<i>Birgit Loch, Swinburne University of Technology, Australia</i>	

Chapter 4

Mathematics Education: Teaching and Learning Opportunities in Blended Learning	60
<i>Giovannina Albano, Università di Salerno, Italy</i>	

Chapter 5

Best Practices for Hybrid Mathematics Courses	90
<i>Diana S. Perdue, Intare Educational Resources, USA</i>	

Chapter 6

Implementation of Learning Outcomes in Mathematics for Non-Mathematics Major by Using E-Learning	119
<i>B. Divjak, University of Zagreb, Croatia</i>	

Section 2
Pure Online Experiences in Mathematics E-Learning

Chapter 7

- Online Communities of Practice as Vehicles for Teacher Professional Development..... 142
Maria Meletiyou-Mavrotheris, European University, Cyprus

Chapter 8

- Mathematics Bridging Education Using an Online, Adaptive E-Tutorial:Preparing International Students for Higher Education..... 167
Dirk T. Tempelaar, Maastricht University School of Business & Economics, the Netherlands
Bart Rienties, University of Surrey, UK
Wolter Kaper, Universiteit van Amsterdam, the Netherlands
Bas Giesbers, Maastricht University School of Business & Economics, the Netherlands
Sybrand Schim van der Loeff, Maastricht University School of Business & Economics, the Netherlands
Leendert van Gastel, Universiteit van Amsterdam, the Netherlands
Evert van de Vrie, Open Universiteit Nederland, the Netherlands
Henk van der Kooij, Universiteit Utrecht, the Netherlands
Hans Cuypers, Technische Universiteit Eindhoven, the Netherlands

Chapter 9

- Teaching Mathematics Teachers Online: Strategies for Navigating the Intersection of Andragogy, Technology, and Reform-based Mathematics Education..... 187
D. H. Jarvis, Nipissing University, Canada

Chapter 10

- Developing Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching through Online Collaboration..... 200
Jason Silverman, Drexel University, USA
Ellen L. Clay, Drexel University, USA

Chapter 11

- Self-Regulated Learning and Self Assessment in Online Mathematics Bridging Courses 216
R. Biehler, University of Paderborn, Germany
P. R. Fischer, University of Kassel, Germany
R. Hochmuth, University of Kassel, Germany
Th. Wassong, University of Paderborn, Germany

Chapter 12

- Long-Term Experiences in Mathematics E-Learning in Europe and the USA..... 238
Sven Trenholm, Loughborough University, UK
Angel A. Juan, Open University of Catalonia, Spain
Jorge Simosa, Massachusetts Institute of Technology, USA
Amilcar Oliveira, Universidade Aberta, Portugal
Teresa Oliveira, Universidade Aberta, Portugal

Section 3
Mathematics Software & Web Resources for Mathematics E-Learning

Chapter 13

My Equations are the Same as Yours! Computer Aided Assessment Using a Gröbner Basis Approach..... 259
M. Badger, University of Birmingham, UK
C. J. Sangwin, University of Birmingham, UK

Chapter 14

Interactive Web-Based Tools for Learning Mathematics: Best Practices 274
Barry Cherkas, Hunter College of the City University of New York, USA
Rachael M. Welder, Hunter College of the City University of New York, USA

Chapter 15

NAUK.si: Using Learning Blocks to Prepare E-Content for Teaching Mathematics 307
M. Lokar, University of Ljubljana, Slovenia
P. Lukšič, University of Ljubljana, Slovenia
B. Horvat, University of Ljubljana, Slovenia

Chapter 16

Software Tools Used in Math Refresher Courses at the University of Alcalá, Spain..... 327
J. G. Alcázar, University of Alcalá, Spain
M. Marvá, University of Alcalá, Spain
D. Orden, University of Alcalá, Spain
F. San Segundo, University of Alcalá, Spain

Chapter 17

Formula Editors and Handwriting in Mathematical E-Learning 350
Morten Misfeldt, Aarhus University, Denmark
Anders Sanne, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Norway

Chapter 18

The Role of Technology in Mathematics Support: A Pilot Study 367
Ciarán Mac an Bhaird, National University of Ireland Maynooth, Ireland
Ann O'Shea, National University of Ireland Maynooth, Ireland

About the Contributors 384

Index..... 394

Foreword

There is a global perception that mathematics is surrounded by a special aura that places this discipline in a rather unbalanced position. On the one hand, mathematics is all around us, permeating everything, and has been created to simplify our world by building models to better explain and understand our reality. On the other hand, mathematics appears rather complex due to a broad range of variables; for example, its intricate notation. Nevertheless, and also quite inexplicably, mathematics enjoys a massive consensus around the world: theorems, formulas, principles, methods, and so forth are identical from one continent to the other. As if to further enhance its splendour, mathematics is known as the “queen and servant of the sciences” because it supplies the needs of other sciences (physics, economics, geology, engineering, etc.).

However, teaching mathematics is not mathematics itself, it is a completely different issue. Curricula, teachers, and institutions must deal with the perceptions and emotions provoked by this divine discipline. Hundreds of papers have been written on the subject of the anxiety caused by mathematics learning, not to mention feelings of frustration and a lack of self-confidence experienced along the path towards accomplishment. Linked to this, a common belief can be identified in the educational arena: students have the sense that one is either good or bad at mathematics. Those who are gifted at mathematics are believed to be blessed with divine inspiration thus making their locus of control more external. These feelings are virtually exclusive to learning mathematics. Of course, successfully learning mathematics is also related to enthusiasm and empowering, both of which are required for achieving the prized goal of autonomy. It is not easy to find the middle ground when talking about perceptions and behaviour and that makes the teaching work in a mathematics classroom all the more difficult. It is also a challenge for teachers to gracefully cross the bridge separating mathematics (as a discipline) from teaching mathematics (making it meaningful), tackling Chevallard’s evocative “didactical transposition”.

In this context, teaching and learning mathematics has an ally in online education. Like all partnerships it can be for better or for worse; in the end, it mostly depends on one’s willpower and ability.

In equal shares, online education has the ability to either improve or worsen mathematical teaching. It is taken for granted that when designing an online course the ultimate aim is to improve teaching and learning and not simply to reach the greatest possible number of students with the least amount of effort by breaking through barriers of space and time. However, in both the design and implementation phases there are important decisions to be made that have no routine answers, much less any solutions that can be copied directly from face-to-face education. On the contrary, teaching delivered using a technological medium is supposed to be extremely considerate due to the fact that technology mediation is able to take us from one extreme to the other without us really being aware of the journey. Teachers are able to bring together a group of elements that enhance significant learning all in the same course. In this modality of

learning it is easy to succumb to the temptation of teaching large numbers of students while expending the minimum amount effort. Nonetheless, quality online education without a reasonable and continuous investment is as yet unknown.

In consequence, different online decisions can standardise teaching and make it poorer, but in their favour they are easy to implement in online classes. Some examples of these decisions include: choosing increased automation; making teaching homogeneous; a preference for quantity as opposed to personalisation; opting for formalisation that reduces flexibility; or an inclination towards poor feedback and study based on repetition and low skills levels.

Putting aside this negative aspect, online teaching has been called to do much more and to truly provide an amplifier for teachers that goes beyond borders and offers an authentic study framework to help students better understand and live in today's world.

Among its more positive aspects, the online alternative has the potential to catapult the educational community towards providing more transparent ideas and processes that present facts and events neatly from the inside. Moreover, thanks to its ability to bring the real world into online classrooms by simulating or capturing everyday situations, students are encouraged to develop high-level skills, such as argumentation and reflection relating to the processes they have experienced at first hand.

This approach does not ignore the scalable values technology provides education in terms of measurability, counting, and more, but we all need to go a step further. More than simply building a stereotype of online mathematical education by making the most basic choices, we aspire to use online education as a *mindtool* as a whole (extending on Jonassen's terminology) thus giving teachers and students the right to expand their competences when working with technology to carry out tasks that they would not be able to do alone. Online mathematics education defined as a *mindtool* in this manner helps to better capture, visualise, and manipulate hidden processes, reasoning, and facts that otherwise exist only in teachers' minds and are barely intuited by students. The opportunity we have in online mathematical education nowadays is precious, and our decisions are open to innovation.

Elena Barbera

Universitat Oberta de Catalunya, Spain

December 16, 2010

Elena Barbera is a Doctor in Psychology from the University of Barcelona (1995). She is currently Director of Research for the eLearn Center at the Universitat Oberta de Catalunya in Barcelona (Spain). She is also an Adjunct Professor for the international doctorate in Nova Southeastern University in Florida (USA). Her research activity is specialised in the area of educational psychology, a field in which she has more than a hundred publications, conferences, and educational courses, relating in particular to knowledge-construction processes and educational interaction in e-learning environments, evaluating educational quality and assessing learning, distance learning using ICT, and teaching and learning strategies. As head of the EDUS (Distance School and University Education) research group, she participates in various national and international projects related to online teaching and learning and student assessment. She is an external and independent evaluator of research projects promoted by local, national, and European Union (e-learning and lifelong programme) bodies, and she collaborates with international organisations in developing knowledge by organising congresses and international awards as a member of their scientific committees.

Preface

INTRODUCTION

New developments in the educational technology field are changing the way in which higher education is delivered. These innovations include, for example, virtual learning environments for individual and collaborative learning, Internet resources for teaching and learning, academic materials in electronic format, specific subject-related software, groupware, and social network software.

Over the last few decades, technological innovations have become ubiquitous. They have helped realize the birth and growth of new purely-online universities along with the transformation of how instruction is being delivered in most traditional face-to-face universities – affecting the nature of the courses as well as degree programs being offered. These innovations, such as so-called pure (also known as 100%) online instruction, have driven the growth of distance learning opportunities, as students who are time-bound due to job or travel difficulties or place-bound due to geographic location or physical disabilities can now access courses and degree programs at their convenience. E-learning models are currently being developed and utilized worldwide.

The disciplinary area of Mathematics and Statistics has also seen widespread changes. Many instructors have been encouraged to try new teaching strategies based on innovations that enable such provisions as online support, inter-disciplinary collaborative learning, computer-aided assessment, and integration of mathematical and statistical software in their courses. University departments worldwide have been leveraging technological capabilities in an attempt to create new engaging curricula that promote deeper conceptual understanding (versus shallower procedural knowledge). Realizing this potential in mathematics has not been easy, and there are numerous challenges – some, for example, due to the demographic characteristics of the so-called “Internet-generation” students as well as the intrinsic disciplinary nature of Mathematics and Statistics.

In a broad sense Mathematics e-learning refers to the use of computer hardware, software and/or the Internet to deliver and facilitate mathematics instruction. Emergent technologies (e.g. virtual learning environments) enabling emerging instructional strategies (e.g. computer-mediated collaborative learning) are being used in both new and traditional universities to completely teach (e.g. fully asynchronous online), partially replace (e.g. blended or hybrid), or supplement course offerings in mathematics to a new generation of students. Few doubt that this new modality is here to stay.

With e-learning experiencing what has been characterized as “explosive growth,” there remains a dearth of research to inform best practices specific to the disciplinary particularities of Mathematics e-learning in higher education. In effect, there are a growing number of available books generically covering e-learning, books covering computer-mediated collaborative learning and, of course a long history of books covering mathematics education but few, if any, cover all of these topics as a whole (i.e., Mathematics e-learning). This book attempts to begin to fill this gap in the literature by fulfilling

two main purposes: (1) to provide insight and understanding into practical pedagogical and methodological issues related to Mathematics e-learning, and (2) to provide insight and understanding into current and future trends regarding how mathematics instruction is being facilitated and leveraged with Web-based and other emerging technologies. In particular, the goal of the book is to: (a) identify and publish worldwide best practices regarding Mathematics e-learning in higher education, (b) share theoretical or applied pedagogical models and systems used in Mathematics e-learning, including the use of computer-mediated collaborative learning common to most e-learning practices, (c) forecast emerging technologies and tendencies regarding mathematical software, virtual learning environments and online Mathematics education, (d) provide the academic community with a base text that could serve as a reference in research in Mathematics education, and (e) present up-to-date research work on how mathematics education is changing in a global and Web-based world. The road ahead looks promising. Our hope is that this book will become a roadmap that will begin to help many successfully realize a deeper and more engaging experience of mathematics instruction.

CHAPTER SYNOPSIS

The chapters in this book have been divided into three sections: (i) Blended Experiences in Mathematics e-Learning, (ii) Pure Online Experiences in Mathematics e-Learning, and (iii) Mathematics Software & Web Resources for Mathematics e-Learning. What follows is a chapter-by chapter overview for each of these areas.

Section 1: Blended Experiences in Mathematics E-Learning

Chapter 1: “A Model for Asynchronous Discussions in a Mathematics Content Course,” T. Miller presents an asynchronous model for online discussions in a mathematics content course for elementary mathematics teachers. The model facilitates students’ motivation and collaborative learning, representing a natural extension of the in-class discussions, lecture, and activities.

Chapter 2: “A Blended Learning Approach in Mathematics,” B. Abramovitz et al. describe a blended experience in Calculus courses for undergraduate engineering students. According to the authors, their blended model contributed to making students more active and motivated learners and also served to promote student-instructor interaction.

Chapter 3: “Screencasting for Mathematics Online Learning: A Case Study of a First Year Operations Research Course at a Dual-Mode Australian University,” B. Loch introduces a case study regarding the use of screencasting technology in an Operations Research course taken simultaneously by on-campus and distance students. The chapter discusses issues such as online student’s isolation, portability of materials and “just-in-time” guidance and support.

Chapter 4: “Mathematics Education: Teaching and Learning Opportunities in Blended Learning,” G. Albano discusses some Web-based experiences developed at two different Italian universities to help provide some insight into opportunities offered by e-learning platforms in blended environments. Among other results, the author concludes that her students prefer the blended mathematics course over the traditional one.

Chapter 5: “Best Practices for Hybrid Mathematics Courses,” D. Perdue uses an informal style to discuss some “best practices” she uses in her blended mathematics courses. By using these practices,

the author analyzes how she spends more class time discussing the relevant material with her students and how they have become increasingly active participants in their own learning process.

Chapter 6: “Implementation of Learning Outcomes in Mathematics for Non-Mathematics Major by Using E-Learning,” B. Divjak presents some experiences related to blended mathematics courses carried out at the University of Zagreb. In these experiences, the author examines how blended courses can be efficiently supported by Information Technologies and social software such as wikis, e-portfolios, et cetera.

Section 2: Purely Online Experiences in Mathematics E-Learning

Chapter 7: “Online Communities of Practice as Vehicles for Teacher Professional Development,” M. Meletioui-Mavrotheris explores how Web-based technologies can be effectively employed to promote the creation of online communities of practice that share knowledge and experiences regarding math-related contents and courses. In particular, she analyzes an online learning experience regarding a multinational group of elementary and middle school teachers of Statistics.

Chapter 8: “Mathematics Bridging Education Using an Online, Adaptive E-Tutorial: Preparing International Students for Higher Education,” D. Tempelaar et al. describe and evaluate a postsecondary online program designed to facilitate the transition from high-school maths to university maths. The program is based on the administration of an entry test and the organization of an online summer course. A quantitative analysis provides some insight on the relevance of several factors affecting students’ academic performance.

Chapter 9: “Teaching Mathematics Teachers Online: Strategies for Navigating the Intersection of Andragogy, Technology, and Reform-Based Mathematics Education,” D. Jarvis investigates some of the factors and strategies that, according to his ten-year experience as an online instructor, help to successfully combine technology and emergent online teaching models to provide adult mathematics education.

Chapter 10: “Developing Teachers’ Mathematical Knowledge for Teaching through Online Collaboration,” J. Silverman and E. Clay provide several case studies that highlight the potential that online collaboration hold for supporting mathematics teachers’ collaboration. In their own words, “the asynchronous and permanent nature of online environments allow for potentially pivotal utterances [...] to be taken up as a focus of conversation by the remainder of the class and, when they are not taken up, allow instructors to create bridges between teachers’ current understandings and the instructional goals.”

Chapter 11: “Self-Regulated Learning and Self Assessment in Online Mathematics Bridging Courses,” R. Biehler et al. introduce an innovative way of teaching and learning mathematics online and designed to facilitate the transition from secondary to higher-education. They present some multimedia learning materials developed by an inter-university project and discuss the acceptance and success of their courses among students.

Chapter 12: “Long-Term Experiences in Mathematics E-Learning in Europe and the USA,” S. Trenholm et al. perform a comparative study regarding some long-term experiences teaching mathematics online at four different universities in Europe and the USA. The analysis highlights common patterns and also differences among the diverse models considered. Some key factors for successful mathematics e-learning practices are identified.

Section 3: Mathematics Software & Web Resources for Mathematics E-Learning

Chapter 13: “My Equations are the Same as Yours! Computer Aided Assessment Using a Gröbner Basis Approach,” M. Badger and C. J. Sangwin show an example of how computer-aided assessments can automatically evaluate whether or not two systems of equations are equivalent.

Chapter 14: “Interactive Web-Based Tools for Learning Mathematics: Best Practices,” B. Cherkas and R. Welder examine and classify a number of popular and relevant websites for collegiate mathematics based on their interactivity, dynamic capabilities, pedagogical strengths and weakness, the practices they employ, and their potential to enhance mathematical learning.

Chapter 15: “NAUK.si: Using Learning Blocks to Prepare E-Content for Teaching Mathematics,” M. Lokar et al. exhibit the NAUK group, which is working on the development of mathematics learning blocks and tools for easy creation of mathematics contents. A practical example completes the chapter and illustrates the flexibility and potential of the NAUK system.

Chapter 16: “Software Tools Used in Math Refresher Courses at the University of Alcalá, Spain,” J. Alcazar et al. present a mathematics teaching experience based on the combination of the Moodle platform and mathematical software such as WIRIS, GeoGebra, SAGE, and Wolfram Alpha.

Chapter 17: “Formula Editors and Handwriting in Mathematical E-Learning,” M. Misfeldt and A. Sanne report on an experience in which they compare Moodle’s formula editor with the use of direct scanner-based handwriting. According to their results, despite the existence of modern formula editors, handwriting continues to be a relevant way of communicating mathematics in e-learning programs.

Chapter 18: “The Role of Technology in Mathematics Support: A Pilot Study,” C. Mac an Bhaird and A. O’Shea discuss the importance of technology to enhance mathematics education and support. They present their experiences on the development of online mathematics courses and online learning materials. They also provide some feedback from their students and discuss the benefits and challenges of techniques such as screencasting.

FINAL WORDS

To the best of our knowledge, this is the first international book focused on Mathematics e-learning in higher education, an emerging area both in research and academic practice. Accordingly, we expect this book to be a valuable tool for researchers in the fields of Mathematics education and e-learning, academics involved in e-learning research, faculty teaching mathematics online, as well as instructional designers and online coordinators implementing courses in Mathematics e-learning. The text will also be potentially useful for senior year undergraduate or graduate studies in computer sciences, management, or mathematics education.

Angel A. Juan
Open University of Catalonia, Spain

Maria A. Huertas
Open University of Catalonia, Spain

Sven Trenholm
Loughborough University, UK

Cristina Steegmann
Open University of Catalonia, Spain

Acknowledgment

We would like to thank the authors, reviewers, and EAB members for their collaboration and prompt responses to our enquiries which enabled completion of this book in a timely manner. We gratefully acknowledge the help and encouragement of the editor at IGI Global, Mike Killian. Also, our thanks go to the staff involved with the production of the book.

Angel A. Juan
Open University of Catalonia, Spain

Maria A. Huertas
Open University of Catalonia, Spain

Sven Trenholm
Loughborough University, UK

Cristina Steegmann
Open University of Catalonia, Spain

Presentación Power Point

**Departamento Informática, Multimedia y
Telecomunicación**

Universitat Oberta de Catalunya

Barcelona, diciembre 2011

***E-Learning* de las matemáticas universitarias:
Tendencias tecnológicas emergentes
y adaptación al
Espacio Europeo de Educación Superior**

Cristina Steegmann Pascual

Licenciada en Matemáticas (UAB)

Máster en Sociedad de la Información y el Conocimiento (UOC)

Directores:

Dra. Da. M^a Antonia Huertas Sánchez

Dr. D. Ángel A. Juan Pérez

Esquema de la presentación

I. Introducción

II. Desarrollo

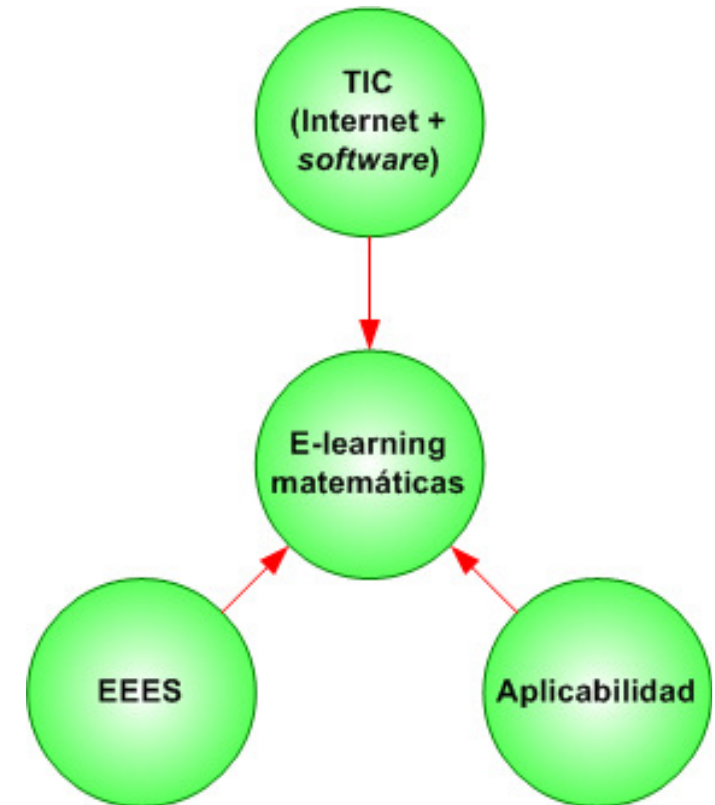
III. Principales publicaciones
derivadas de la tesis

IV. Conclusiones

V. Anexos

1.1. Motivación investigación

- **Mathematical E-Learning (MEL)** (Enseñanza online de las matemáticas): uso de las TIC (Internet, entornos *online* y *software* especializado) para ofrecer formación en asignaturas de ámbito M/E
- En el ámbito de la formación en M/E, los **cambios** vienen motivados por **tres factores** predominantes:
 - (i) Creciente incorporación de las TIC en procesos formativo.
 - (ii) Directrices de convergencia al EEES
 - (iii) Interés por reforzar un enfoque aplicado de estas asignaturas y hacer más visibles las competencias profesionales
- MEL: Mucho en Secundaria (Pedagogos) y Poco en nivel Universitario (Matemáticos)



1.2. Objetivos investigación

- i. Conocer el estado del arte en MEL
- ii. Discutir los beneficios, retos y tendencias futuras del MEL
- iii. Analizar las características propias de las metodologías que se usan para MEL
- iv. Estudiar los cambios producidos en MEL antes y después de la implantación del EEES
- v. Extraer buenas prácticas sobre cómo desarrollar de forma eficiente la enseñanza online de las matemáticas.



Esquema de la presentación

I. Introducción

II. Desarrollo

III. Principales publicaciones
derivadas de la tesis

IV. Conclusiones

V. Anexos

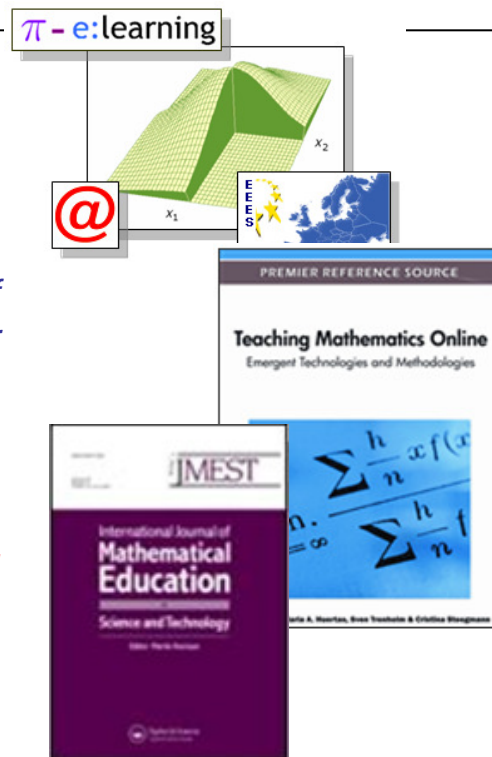
2. Contribuciones de la investigación



2.1. MEL. Revisión literatura. Fuentes.

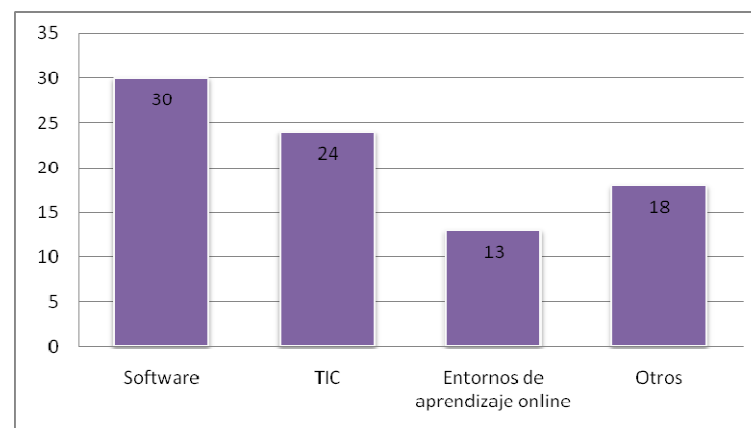
Búsqueda:

- **Bases de datos especializadas:** *MathDi, Math-Net, MathSciNet, CSIC-ICYT, Elsevier, Zentralblatt MATH, ISI Proceedings.*
- **Revistas:** *Educational Studies in Mathematics, International Journal of Computers for Mathematical Learning, Journal of Mathematics Teacher Education, Journal of Research in Mathematics Education.*
- **Artículos** escritos por el **grupo de investigación MEL** y publicados en diversas revistas y actas de congresos.
- Libro: Juan, A., Huertas, M., Trenholm, S., Steegmann, C. (2011): *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Hershey, Pennsylvania, USA.



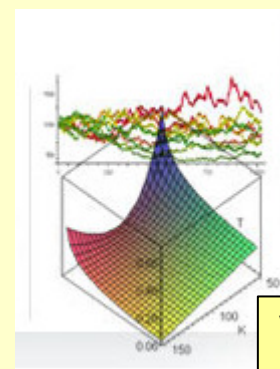
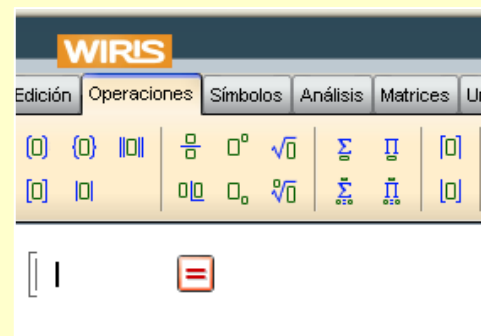
Ámbitos:

Uso de <i>software</i> m/e en docencia	30	35%
Incorporación de TIC	24	28,5%
Uso de EVA	13	15,5%
Otros	18	21%
TOTAL	85	100%



2.1. Uso de software matemático–estadístico (1/2)

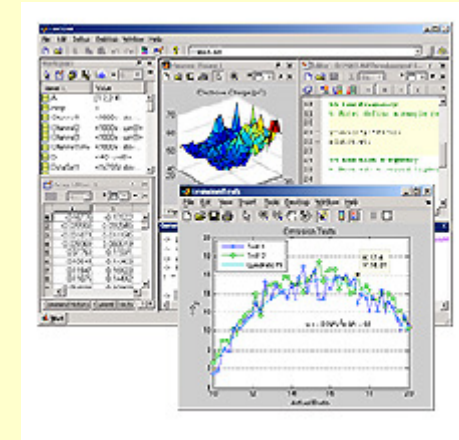
- Alcázar, et al. (2011): presentan el desarrollo de un software, **Wiris**, centrado en el aspecto más pedagógico así como su implementación en diferentes cursos de la Universidad de Alcalá de Henares (España)
- Badger et al.(2011): utilizan el software llamado **Stack** como complemento a la docencia, para tratar el tema de las ecuaciones
- Bakhoun (2008): relata cómo utiliza **Flash** como asistente en un curso dedicado a los profesores universitarios de ingenierías;
- Blyth y Labovic (2009) así como Jones (2007) y Hřebíček et al. (2004): hacen uso de **Maple** como asistente en la enseñanza del álgebra en las ingenierías.
- Bringslid y Norstein (2008): evalúan la incidencia de diferentes módulos de álgebra, llamados Steplets y realizados mediante el software **Mathematica**, en el primer curso de ingeniería.



Ver aspectos metodológicos (2.3) relacionados con uso de software m/e

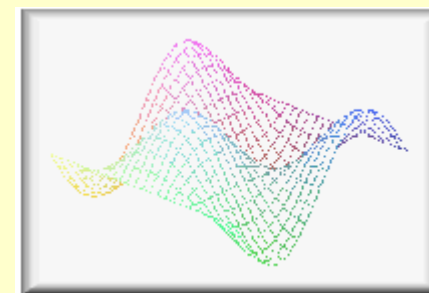
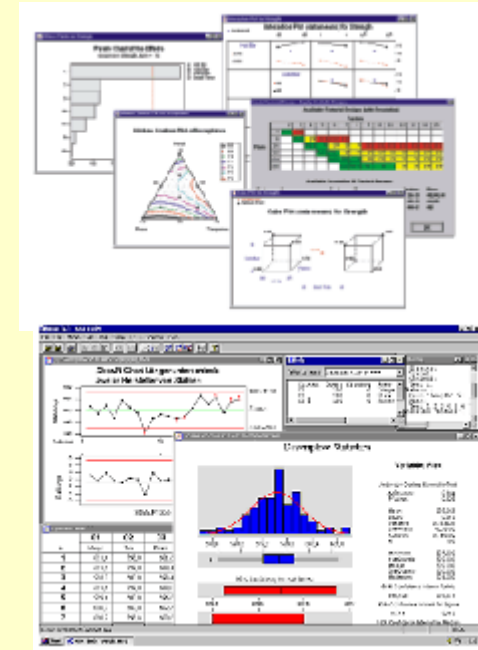
2.1. Uso de software matemático–estadístico (2/2)

- Cavanaugh et al. (2006), así como Jacobs (2005): relatan la experiencia de un curso de álgebra online en que se utilizó una serie de **herramientas interactivas virtuales**, todas ellas relacionadas con álgebra.
- Cherkas, B. et al (2011): concluyen que una gran característica de los software, entre otras, es que se trata de un **muy buen asistente matemático**.
- Karagiannis et al. (2006): describen el uso de **Matlab** para facilitar la enseñanza de las matemáticas en un curso de álgebra.
- Lim et al. (2009): describen las actitudes de los alumnos hacia las matemáticas después de cursar la asignatura de Matemática Aplicada asistida por software. Los resultados demostraron que la principal actitud fue la de **entusiasmo** hacia esta disciplina.
- Tempelaar et al. (2011): describen y evalúan el proceso de traspaso de los estudiantes entre el nivel de secundaria postobligatoria y el nivel universitario asistido por un software tutorial llamado **Aleks**, llevado a cabo en la Universidad de Maastricht (Holanda). El resultado fue muy positivo y la mayoría de los estudiantes afirmaron utilizar este programa.



2.1. Incorporación de las TIC (2/2)

- **Juan et al. (2006)**: presentan el proyecto **e–Math** cuya finalidad es fomentar y difundir la utilización e integración de las herramientas tecnológicas actuales (Internet y software especializado) en los currículos de varias asignaturas cuantitativas aplicadas.
- **Juan et al. (2009)**: se centran en la experiencia del caso de la investigación operativa y la estadística impartidas en la UOC.
- **Lokar et al. (2011)**: desarrollan un **nuevo paradigma para el aprendizaje de las matemáticas** acompañado de una serie de herramientas de fácil creación por lo que se refiere a contenido y su adaptación a las necesidades de los profesores y alumnos.
- **Miner (2001 y 2003)**: realiza un recorrido del **estado de las matemáticas en la Red**, el primero centrado en la enseñanza a distancia de esta materia, apoyada por las TIC, y el segundo basado en la interactividad de las matemáticas.
- **Silverman (2011)**: discute su **perspectiva sobre el conocimiento matemático para la enseñanza** y se presenta un modelo emergente para desarrollar este conocimiento, basado en la colaboración online.



Proyecto E-MATH

"Uso de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas"

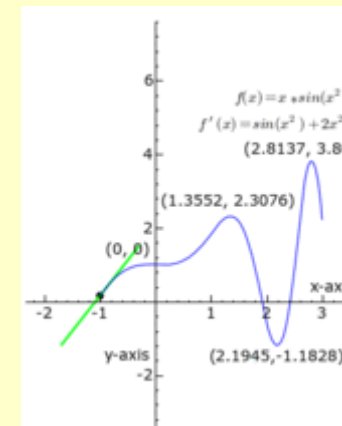
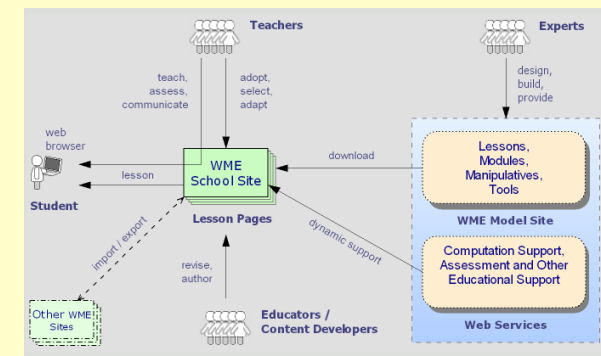
2.1. Uso de entornos de aprendizaje online (1/2)

▪Skouras (2006): describe un entorno de aprendizaje en el que se utiliza la tecnología directamente relacionada con conceptos de las matemáticas tales como “límite” o “convergencia y divergencia de sucesiones”, y también basado en tecnología Moodle.

▪Wang et al. (2005): relatan el entorno de aprendizaje llamado WME (Web-based Mathematics Education System), así como sus ventajas y potenciales de uso.

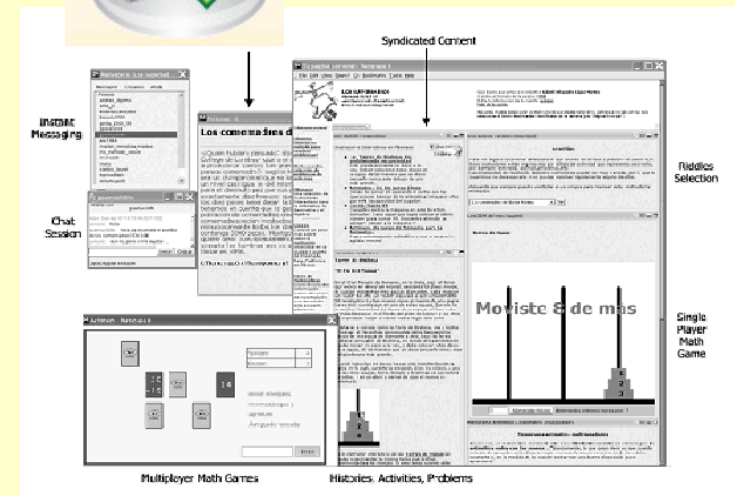
▪Wang et al. (2011): relatan la incidencia del entorno de aprendizaje virtual matemático con la interacción humana, esto es, realizan un estudio de los factores que afectan a la relación humana con las matemáticas tales como entrevistas y cuestionarios a los alumnos, observación del aula virtual y documentación añadida.

▪Zembat (2008): compara los efectos de un entorno de aprendizaje virtual con otro entorno que el autor llama “lápiz y papel” sobre el concepto de derivadas. Entre sus resultados destaca que los alumnos progresaron positivamente en ambos casos, y, en el caso del entorno virtual, éstos tuvieron algunos problemas principalmente con las herramientas tecnológicas.



2.1. Uso de entornos de aprendizaje online (1/2)

- **Albano (2011)**: se refiere a la integración de un entorno virtual de aprendizaje en las matemáticas. Su principal objetivo es ofrecer una **perspectiva de las oportunidades** que ofrecen este tipo de entornos respecto de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- **Chao y Miller (2003)**: describen el entorno de aprendizaje **EMOL (Effective Math Online Learning)**, su funcionamiento y su implementación en la Universidad de Singapur.
- **Holm (2008)**: describe un entorno de aprendizaje interactivo, **Moodle**, que conlleva el autoaprendizaje.
- **Krussel (2005)**: relata un entorno de aprendizaje pero en este caso no se trata de un entorno online sino de **educación a distancia** realizado en la Universidad de Montana (EE.UU.)
- **Lopez–Morteo y López, (2007)**: describen un entorno de aprendizaje **IIRM (Interactive Instructors of Recreational Mathematics)**.



Ver aspectos metodológicos (2.3) relacionados con uso de entornos de aprendizaje online

2.1. Otros (1/2)

Artículos que no se adaptan exactamente a los apartados anteriores, aunque su temática sí pertenece al ámbito de estudio.

▪ EEES:

- Merino (2010): especifican los principales aspectos de la implementación del EEES en la enseñanza de las matemáticas
- Juan (2010) y Steegmann et al. (2008): tratan los aspectos clave del e-learning de las asignaturas universitarias de carácter matemático–estadístico
- Huertas et al. (2008): presentan el proyecto de investigación MEL de la UOC y sus principales resultados, entre los que se destaca el punto de vista de la implementación del EEES en las universidades españolas por parte de los profesores.

▪ Educación a distancia:

- Lai et al. (2003): presentan, por una parte, una exhaustiva revisión de la literatura referente a la enseñanza a distancia, enseñanza flexible y enseñanza abierta. Y, por otro lado, se realiza una comparativa entre los tres modelos de aprendizaje
- Mayes (2004): hace una revisión de la literatura de la educación a distancia desde un punto de vista matemático
- Zirkle (2009): presenta el estado del arte de la educación a distancia desde el punto de vista de los estudios técnicos y científicos.

Ver aspectos metodológicos (2.3) relacionados con EEES

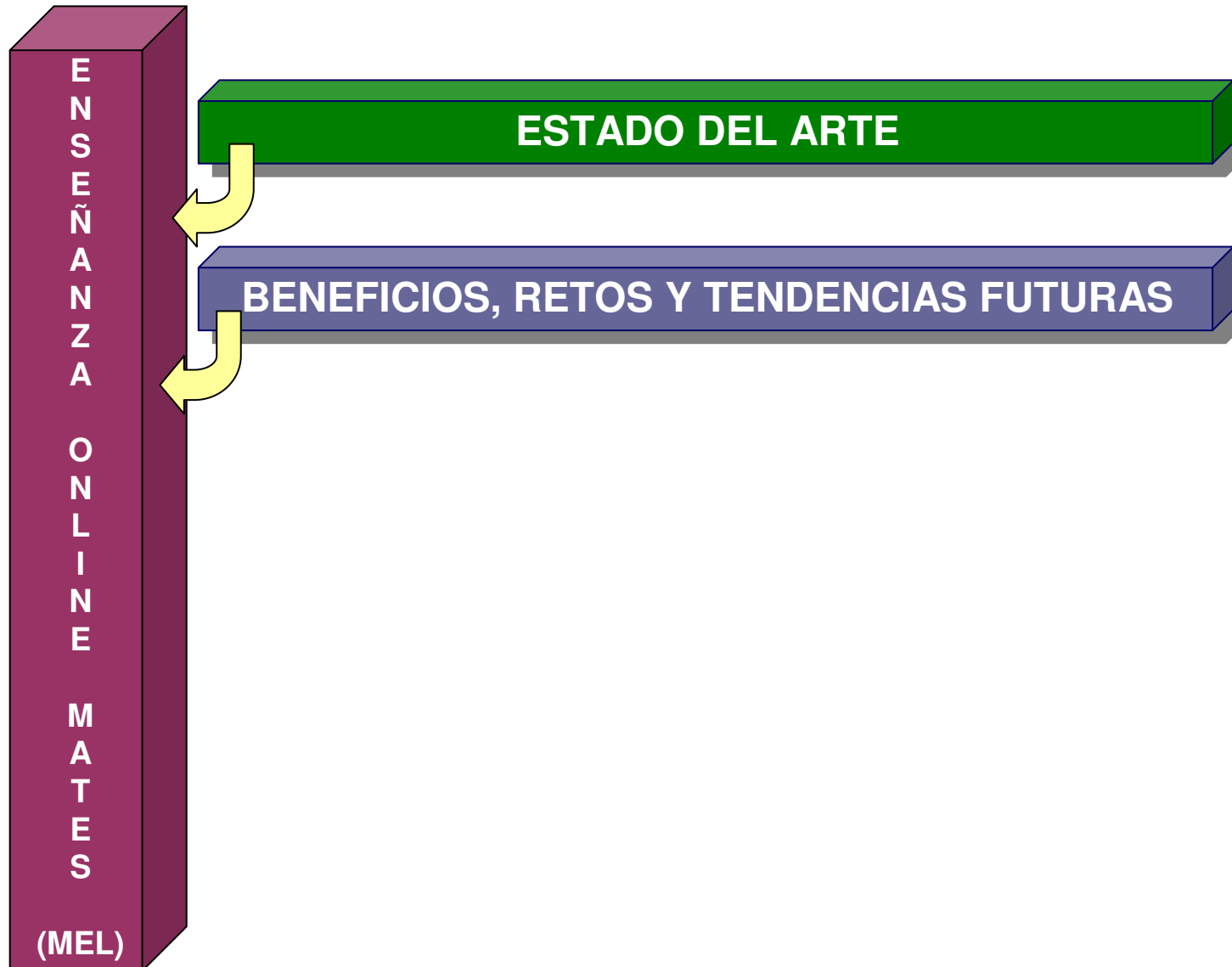


2.1. Otros (2/2)

▪Experiencias innovadoras:

- Juan et al. (2008): presentan, por un lado, una revisión del **estado del arte en e-learning de las matemáticas** y algunas experiencias en esta área llevadas a cabo en las últimas décadas en la UOC. Por otro lado, también se describen y analizan algunos aspectos clave del modelo de e-learning de las matemáticas en la UOC y su evolución histórica.
- Huertas et al. (2006): presentan la experiencia innovadora llevada a cabo en la UOC a la hora de **diseñar cursos on-line matemáticos** para los alumnos de Ingeniería Informática de esta institución
- Huertas et al. (2006): abordan las **universidades que ofrecen e-learning de las matemáticas**, sus beneficios y oportunidades, los aspectos metodológicos y tendencias futuras para finalizar adentrándose en el caso de la UOC.
- Fonseca et al. (2009): analizan varios **casos relacionados con tres universidades españolas** (Universidad de Lleida, Universidad Pública de Navarra y UOC) que utilizan la WWW para enseñar cursos online de simulación. Las tres instituciones representan un buen ejemplo de cómo las TIC pueden ser usadas en los sistemas universitarios actuales y, en particular, en el área de enseñanza de la simulación.
- Cretchley (2009): realiza una investigación sobre la **efectividad de la enseñanza en las universidades australianas**, pero desde un punto de vista de las matemáticas impartidas en los estudios de ingeniería y ciencias.

2. Contribuciones de la investigación



2.2. Posibilidades de las TIC en formación

- Las TIC ofrecen **nuevas formas** de desarrollar procesos formativos que potencian el **papel activo** de estudiantes:
 - Uso de **entornos online** (Moodle, Sakai, WebCT, etc.)
 - Uso de recursos de **Internet**
 - Uso de **e-materiales** (portabilidad, multimedia, etc.)
 - Integración de **software** específico (Maple, Mathematica, Minitab, S-Plus, etc.)
 - **CSCL: Computer Supported Collaborative Learning**
 - **Diseño** de nuevos currículums (+ conceptos y aplicaciones; - cálculos mecánicos)

BSCW: un entorno CSCL

The screenshot displays the BSCW (BSCW: un entorno CSCL) web interface. At the top, there is a navigation bar with the BSCW logo and a menu with options: Archivo, Edición, Ver, Opciones, Ir a, Ayuda. Below the menu is a toolbar with icons for Inicio, Público, Portap, Papira, Addr, Agenda, Tasks, and Bkms. The main content area shows a breadcrumb trail: Su ubicación: Inicio / UOC - TFCs/PFCs / TFC/PFC - Simulation of Computer Systems and Networks. The main heading is "DISCRETE-EVENT SIMULATION OF COMPUTER NETWORKS AND SYSTEMS" with the subtitle "10 BASIC STEPS TO DEVELOP A NICE TFC/PFC". Below this, there are 10 numbered steps. Step 4 is highlighted, showing a list of resources. The list includes:

Item	Description	Count	Author	Date	Actions
5.	Resources on Simulation Lots of resources regarding simulation (links, articles, etc.)	12	ajuanp	2007-07-16	🔍 📄
6.	TFC - Aleix Martín Castelldefels_07082_TFCaleixmartin: modelatge i simulació del sistema informàtic que dona suport al Campus Digital - requeriments i limitacions de la simulació de WAN amb OPNET	5	aleixmartin	2008-03-26 00:03	🔍 📄
7.	TFC - Antonio Borràs TFC - SDL Specification of intelligent agents to model user profiles	5	aborrasc	2008-02-29 14:14	🔍 📄
9.	TFC - Emilio Jose Fonseca TFC - <Project title>	4	efonseca	2008-02-29 14:00	🔍 📄
10.	TFC - Francesc Tribó Castelldefels_07082_TFCtribos: ACE - Construcció automàtica de models de xarxa	4	ftribo	2008-02-28 22:38	🔍 📄
	TFC - Raul Martinez Castelldefels_07082_TFrmartinezpu: Metodologia per implementar codi extern a simulacions amb OPNET	4	rmartinezpu	2008-03-27 00:39	🔍 📄
	TFC/PFCs from previous semesters TFCs & PFCs developed in the past; check them! (some of them can refer to the same topic as the one you are developing)	5	marques	2008-01-28 13:27	🔍 📄
	Topic: Project Castelldefels - Opnet (only for students who have selected this topic)		ajuanp	2007-10-04	✍️ 📄
	Topic: Project SAEDES - Java (only for students who have selected this project)		ajuanp	2007-10-04	📄
	Topic: Project SimuC@II - VB or Java (only for students who have selected this topic)		ajuanp	2007-10-04	🔍 📄
	Topic: Project SIMUROUTE - Java (only for students who have selected this topic)		ajuanp	2007-10-04	✍️ 📄
	List of Available Topics for PFCs/TFCs It contains current research lines; check with your Consultor for more information regarding any of these lines	8	ajuanp	2008-03-07 23:37	🔍 📄

2.2. MEL. Oportunidades y beneficios (2/2)

- Beneficios de las TIC para la **institución**:
 - Oportunidad de desarrollar **redes** de profesores e investigadores
 - Posibilidad de ofrecer educación en diferentes idiomas a estudiantes de distintos países o **regiones**
 - Oportunidad de **revisar** y mejorar el currículum, los métodos y los materiales formativos
 - Oportunidad de **compartir** materiales, metodologías y experiencias entre universidades
 - La posibilidad de ofrecer asignaturas o **titulaciones conjuntas** con otras universidades

Ejemplos de proyectos e iniciativas relacionados con MEL

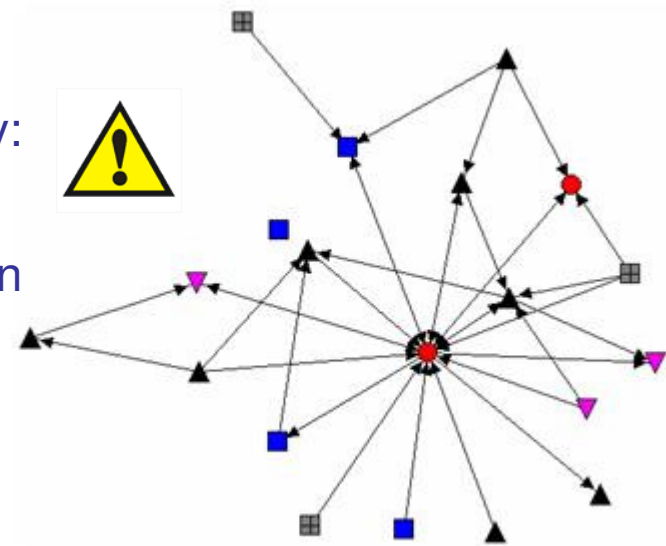


MITOPENCOURSEWARE
MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY



2.2. MEL. Retos y desventajas (1/2)

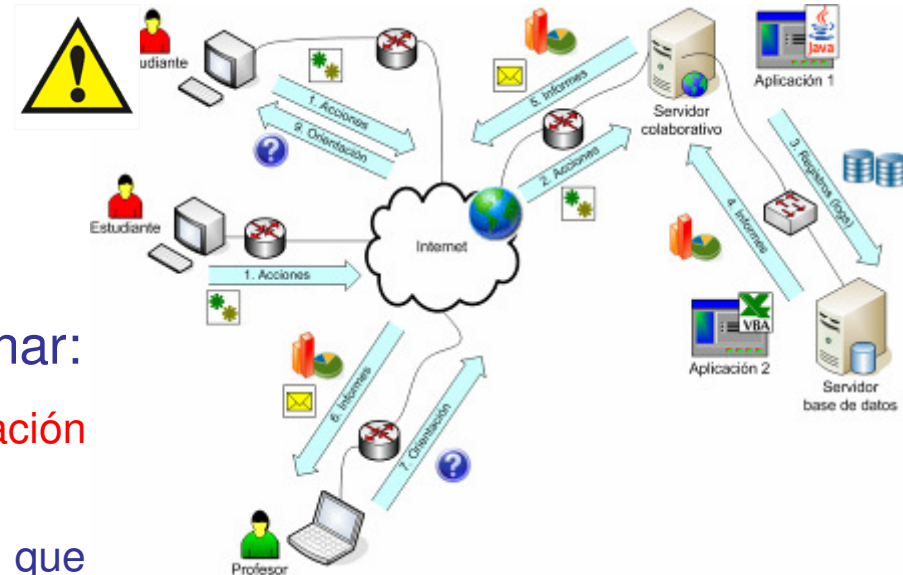
- El uso de las TIC, **en general**, presenta retos importantes:
 - Tasas de **abandono** altas (sol. orientación y: *feedback* regular, materiales)
 - **Usabilidad** del entorno y preparación tecnológica de estudiantes y profesores
- En el caso de **MEL**, hay retos adicionales:
 - **Background** matemático de estudiantes
 - Falta de **motivación** por asignaturas M/E (sol.: actividades basadas en *software* y enfoque profesionalizador)
 - Falta de **interacción presencial** (sol.: foros, trabajo colaborativo online, etc.)
 - Pobre integración de la **notación M/E** en entornos online



El estudiante como centro de interacción con materiales, profesores y otros estudiantes

2.2. MEL. Retos y desventajas (2/2)

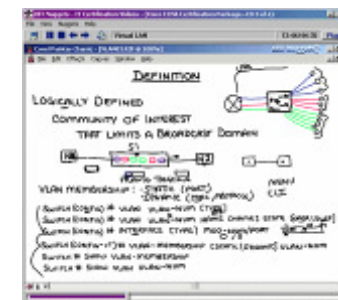
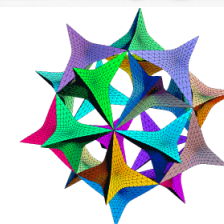
- Retos para el **profesorado**:
 - **Diseño** el curso
 - **Orientar** y apoyar a estudiantes
 - **Coordinarse** con otros profesores
 - **Reciclaje** tecnológico continuo
- Las **instituciones** deben proporcionar:
 - Cursos específicos de **formación** (tecnología y metodología)
 - **Herramientas tecnológicas** eficientes que les faciliten el diseño, desarrollo y monitorización de cursos online
- La formación online es más **cara de lo que puede parecer a priori**:
 - **Infraestructura** tecnológica y humana (especialistas informáticos)
 - **Licencias** de *software*
 - Programas **formación** profesorado



Es fundamental desarrollar herramientas de monitorización en entornos *online* (ej. SAMOS), tanto para profesores como para estudiantes

2.2. MEL. Tendencias en MEL

- Uso creciente de estándares **MathML/OpenMath** para dotar de “dinamismo” a las expresiones (locución, búsqueda y clasificación automática, etc.)
- Mayor integración de **entornos online** para complementar la formación presencial
- Incremento del número de programas ofrecidos de forma **conjunta**
- Desarrollo de **proyectos colaborativos** online (materiales abiertos, repositorios, tecnologías de monitorización y evaluación, etc.)
- Mayor integración de **software M/E** en los programas
- Generalización de un enfoque orientado a la **profesionalización** (instrumental)
- Mayor uso de “pizarras virtuales” y materiales **multimedia**



2.2. MEL. Ejemplos de universidades pioneras MEL

- **Colorado State University**
(www.stat.colostate.edu/distance_degree.html)
- **Iowa State Univ. of Science and Tech.**
(www.lifelearner.iastate.edu/courses/delivery/www.htm)
- **Stanford University** (math.stanford.edu/)
- **State University of New York Empire State College**
(www.esc.edu/cdl)
- **Texas A&M University** (distance-ed.math.tamu.edu/)
- **University of Idaho** (www.uidaho.edu/eo/index.html)
- **University of Illinois Online** (www.online.uillinois.edu/)
- **Suffolk University** (distancecalculus.com/)
- **Florida State University** (online.fsu.edu/)
- **University of Guelph** (www.open.uoguelph.ca/start/)
- **Open University**
(www3.open.ac.uk/courses/classifications/mathematics_and_statistics.shtm)

Algunos datos EEUU (Sloan Consortium, 2005):

- 2/3 universidades ofrecen cursos online
- 40% de universidades que ofrecen Master, también ofrecen online
- Más de 2.5 millones estudiantes online

STANFORD UNIVERSITY



2. Contribuciones de la investigación



2.3. Situaciones y medidas metodológicas

Retos de los estudiantes en MEL y las correspondientes medidas metodológicas

Desafío/Problema	Solución propuesta
1. Percepción de aislamiento	Los instructores deben dar justo a tiempo la orientación Los instructores deben proporcionar diariamente feedback Los instructores deben mejorar el uso de los foros
2. La falta de conocimientos tecnológicos	Las instituciones deberían ofrecer cursos de preparación Las instituciones deberían mejorar la usabilidad del entorno e.learning
3. Formación matemática pobres	Las instituciones deberían ofrecer cursos y materiales de refuerzo
4. Falta de motivación en MEL	Los instructores deben utilizar un enfoque orientado a profesionales Los instructores deben integrar el software de matemáticas en los cursos
5. Sobrecarga de cursos	Las facultades deben revisar y reajustar la carga de trabajo
6. Falta de interacción cara a cara	Los instructores deben promover el aprendizaje colaborativo y el uso de los foros
7. Limitada capacidad de ecuaciones	Los estudiantes deben utilizar texto sin formato siempre que sea posible

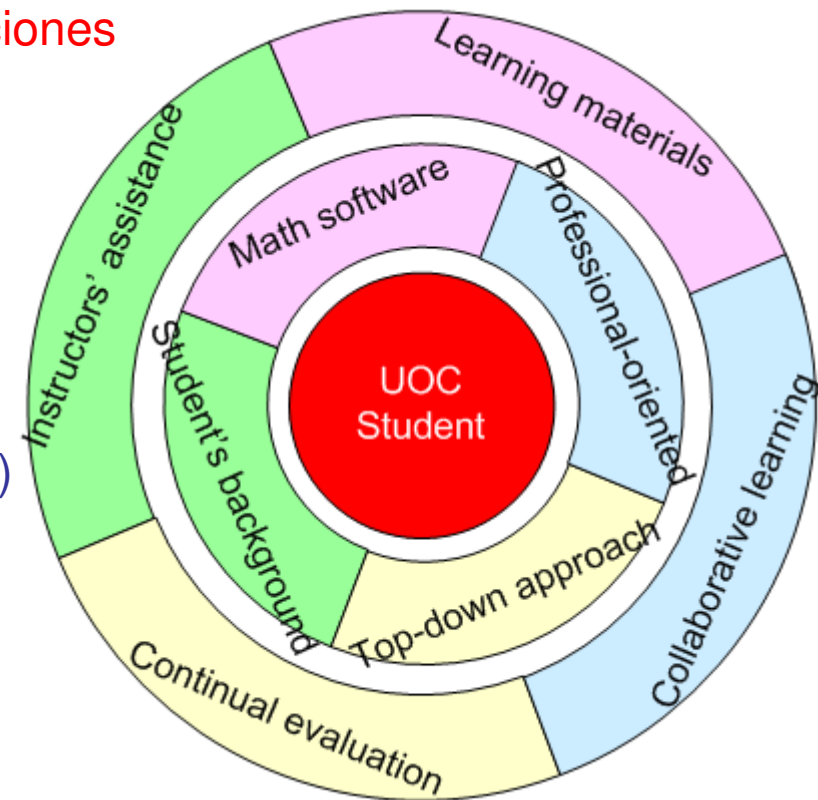
2.3. Paradigma tradicional-paradigma e-learning

Comparación del enfoque paradigma tradicional frente al paradigma a e-learning

Paradigma tradicional	Paradigma e-learning (basado en TIC)
Los cursos compensatorios de matemáticas que se ofrecen a los estudiantes con problemas de fondo no son especializados ni personalizados .	Detectar lo que es el conocimiento matemático necesario para empezar en asignaturas de grado. En consecuencia, la oferta de los cursos iniciales para los estudiantes debe ser especializado y personalizado . El uso de software matemático se presenta como una herramienta útil.
En la asignación de créditos, los profesores no suelen tener en cuenta el tiempo necesario para adquirir las habilidades y ponerlas en práctica. Además, se considera que los estudiantes tienen dedicación a tiempo completo .	Los cursos se vuelven a tener en cuenta la dedicación real (el tiempo que un estudiante promedio emplea en la realización de los objetivos académicos). El uso del tiempo se optimiza con el empleo de software matemático que se encarga de los cálculos repetitivos.
Hay un exceso de formalismo y de algorítmica , debido principalmente a la utilización de una metodología tradicional que, a su vez, podría explicarse por el hecho de que la mayoría de los profesores no están acostumbrados a adaptar los cursos a los estudiantes y su contexto.	Los contenidos y las metodologías tienen que ser redibujados , se debe repensar los objetivos y su enfoque. Los contenidos tienen que estar cerca de los intereses de los estudiantes . Se debe empezar a reducir el uso innecesario de algoritmos repetitivos y el formalismo. Entender que es avalado por medio del uso de software matemático.
Se utilizan metodología y evaluación tradicional . Ambas se basan en la memorización y los procesos de repetición. La creatividad de los estudiantes no se refuerza.	El uso del proceso de evaluación como una metodología de aprendizaje (no sólo como una forma de obtener algunas referencias).
Memorización de los procedimientos y los algoritmos . El modelado conceptual no siempre es una parte central de materias matemáticas.	Los estudiantes serán capaces de elegir las herramientas matemáticas necesarias para resolver problemas reales. Este objetivo debe ser considerado en todas las formas posibles (contenidos, metodología y evaluación).

2.3. MEL. Aspectos metodológicos

- Recursos para fomentar la **creatividad**:
 - Presentaciones dinámicas y **simulaciones**
 - **Prácticas** laboratorio
 - **Foros** y CSCL
- Aspectos **clave** en MEL:
 - Cursos de **refuerzo** en matemáticas
 - Enfoque **profesionalizador** (*software*)
 - **Contextualización** en la Titulación
 - **Evaluación** continua
 - **Materiales** docentes
 - **Feedback** diario profesores

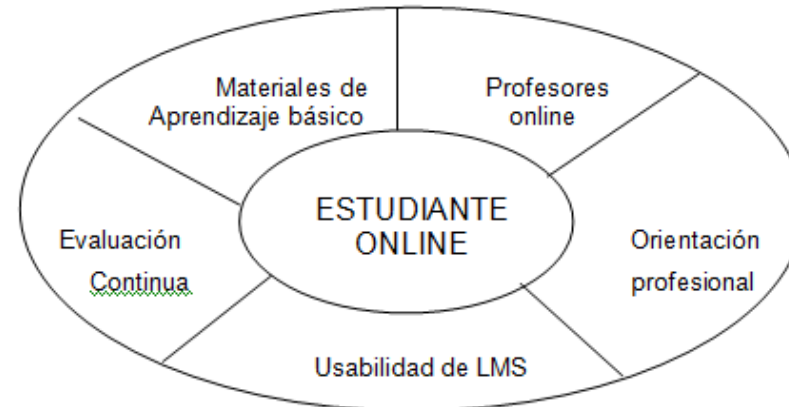


2.3. Factores clave cursos online matemáticas

Principales factores de diseño de cursos de matemáticas online:

▪ **Materiales básicos de aprendizaje del curso:**

- fuente principal de información
- diseñados con precisión (dificultad de la notación matemática)
- deben proporcionar al estudiante una **visión de todos los aspectos** relevantes del curso
- complementados con **recursos** y **materiales de aprendizaje complementarios**, como pueden ser *applets*, artículos relacionados, simulaciones, etc.



▪ **Profesores online:**

- responsables de **diseñar y escribir** los materiales de aprendizaje básicos, la evaluación continua, el examen final
- guiar y proporcionar **orientación, soporte y continuas respuestas** a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

▪ **Orientación profesional enfocada al uso de *software* matemático:**

▪ **Proceso de evaluación continua (especialmente importante en MEL):**

- aspectos promovidos por el **EEES**
- relacionado con la cuestión de **motivación** y puede contribuir significativamente a reducir las **tasas de deserción escolar** durante el semestre **Juan et al. (2009)**.

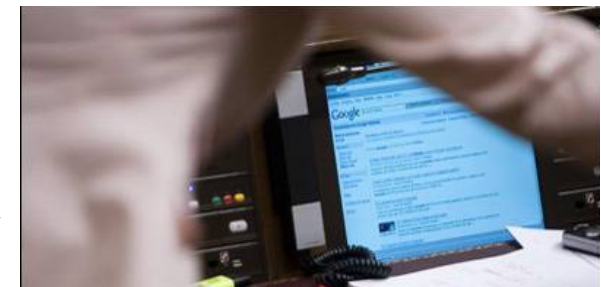
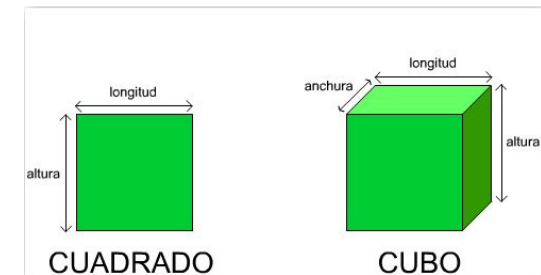
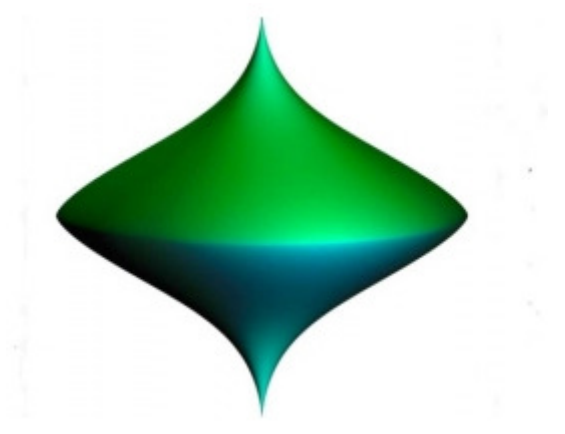
▪ **Usabilidad del sistema de gestión del aprendizaje:**

- existen **varios LMS** (*e-learning management systems*)
- no se necesitan **requisitos especiales**

2.3. Cambios aportados uso de software m-e

Cambios que aporta el uso del software matemático–estadístico, según se menciona en los artículos seleccionados:

- Permiten **simular**, y por consiguiente abren la posibilidad de trabajar aspectos que anteriormente eran difíciles de trabajar, o en algunos casos sólo podían estudiarse en algunos ejemplos concretos. Ahora, con el software matemático–estadístico, se pueden **generar tantos casos diferentes** como sea necesario.
- Permiten **dibujar en 3D fácilmente**, por lo que permite, profundizar en otro tipo de ejercicios y sobre todo en los conceptos que hay detrás.
- Permiten trabajar con **ejercicios contextualizados** (“de la vida real”). Al tratarse de datos reales, las interpretaciones también son más realistas, y consecuentemente motivadoras. Permiten **trabajar más el concepto**, más que el propio algoritmo, lo que conlleva un **grado de profundidad mayor**.
- Permiten modificar la **evaluación**, incorporando el uso de software (y de ordenador).
- La **programación del software** pasa a ser una actividad por sí misma: se puede modificar, trabajar...



2. Contribuciones de la investigación



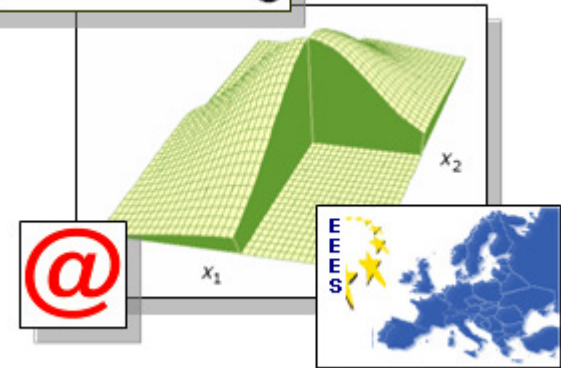
2.4. El proyecto MEL de la UOC (EA2007-0310)

- “Math E-Learning” (EA2007-0310): “E-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: Tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior”
- Objetivos:
 - i. Obtener información sobre el estado actual del uso y la integración, e influencias, de las TIC en la formación matemática en diferentes universidades españolas
 - ii. Identificar las prácticas docentes innovadoras (especialmente aquellas relacionadas con la formación *on-line*) utilizadas en las universidades españolas que supongan una mejora en el desarrollo de la actividad docente de las matemáticas



Proyecto del Programa de Estudios y Análisis del MEC

π - e:learning



2.4. Preguntas para responder

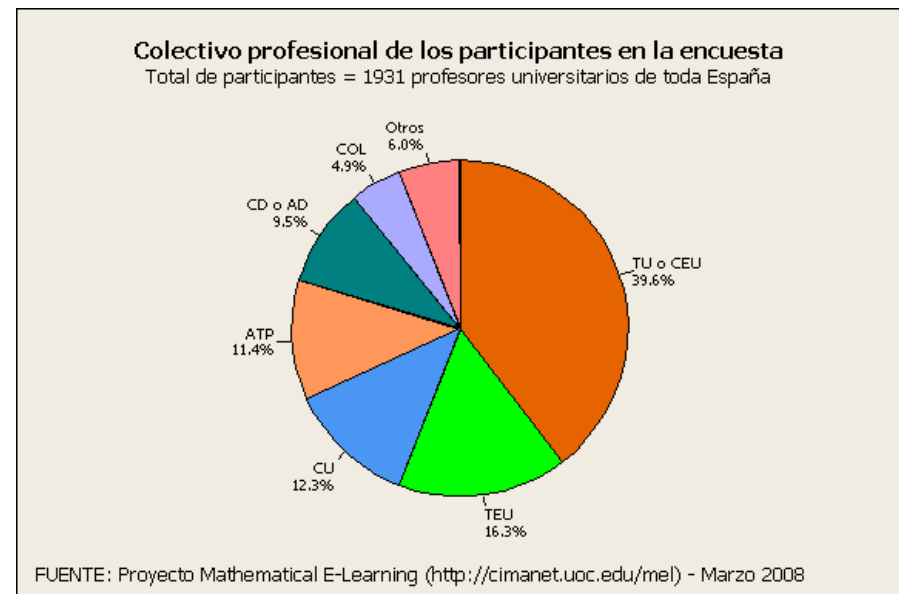
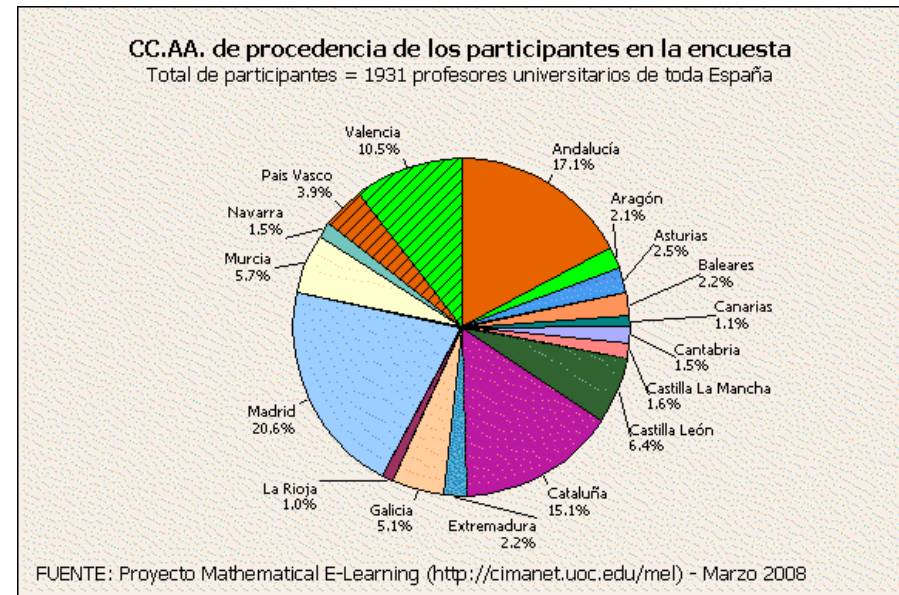
La implantación del EEES tiene influencia:

- ¿en el uso de *software* matemático-estadístico?
- ¿sobre el uso de entornos online e Internet?
- ¿sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación?
- ¿sobre el uso de material o recursos en inglés?
- ¿en el nivel de adaptación de las universidades al EEES?
- ¿en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES?
- ¿en el nivel de cambios que implica el EEES?
- ¿en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de *software* matemático-estadístico?
- ¿en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos online e Internet?
- ¿en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES?



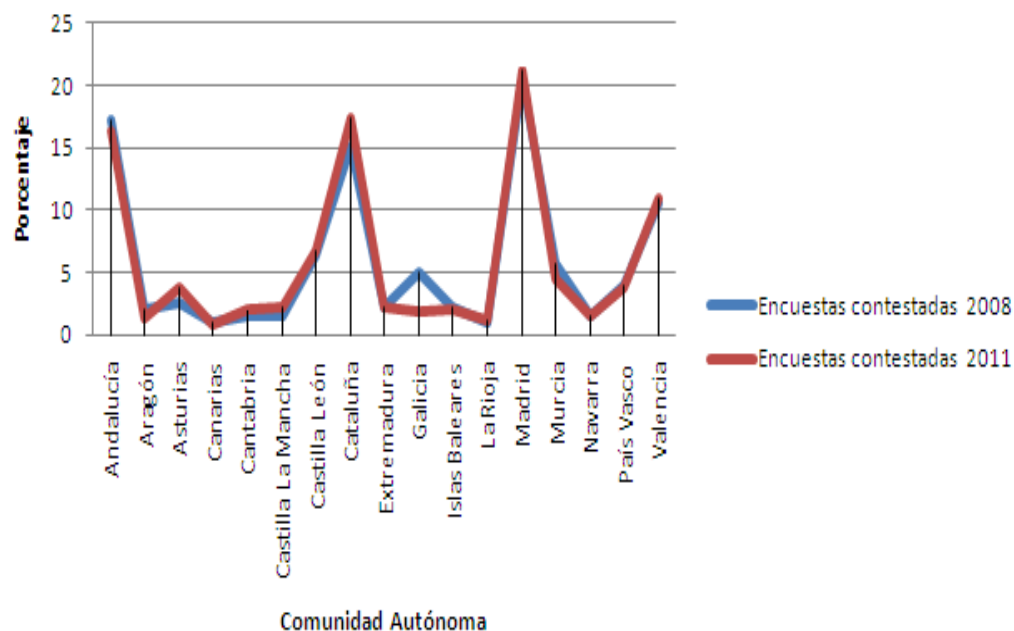
2.4. Datos básicos encuesta, año 2008

- **Población objetivo:** Profesores de universidades españolas pertenecientes a departamentos cuya actividad docente se centra en asignaturas de carácter M/E
- **Metodología** empleada:
 1. Para cada universidad → web departamentos de interés → e-mail público de profesores
 2. E-mail a cada profesor → breve explicación del proyecto + encuesta online
- **Datos de participación:** De los **3230** profesores que han recibido el e-mail con la encuesta, **1931** de ellos la han completado correctamente (tasa de respuesta = **59.8%**)



2.4. Datos básicos encuesta, año 2011

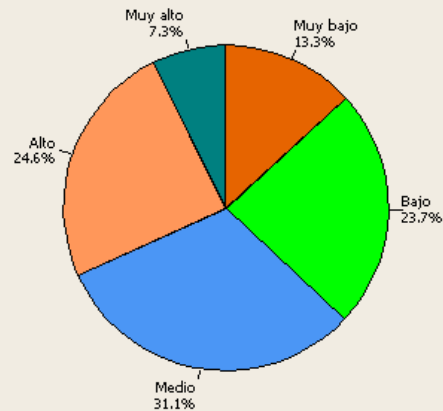
- Datos de **participación**: De los **2594** profesores que han recibido el e-mail con la encuesta, **969** de ellos la han completado correctamente (tasa de respuesta = **37,36%**)



2.4. Resultados encuesta, a nivel general (1/5)

[P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?

P1 - Uso actual software matemático-estadístico
1931 respuestas / 3230 encuestas (tasa respuesta = 59.8%)

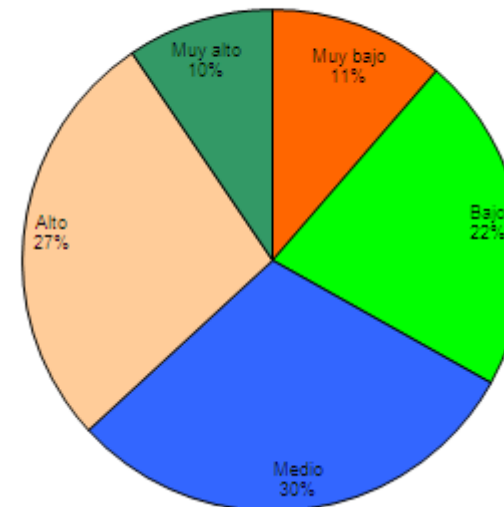


FUENTE: Proyecto Mathematical E-Learning (<http://cimanet.uoc.edu/mel>) - Marzo 2008

A destacar (2008):

- B/MB → 37%
- M → 31%
- A/MA → 32%

P1 - Uso actual de software matemático estadístico
969 respuestas / 2594 encuestas (tasa respuesta = 37,36%)
Marzo - 2011



A destacar (2011):

- A/MA → 37%
- M → 30%
- B/MB → 33%

2.4. Resultados encuesta, a nivel general (2/5)

- Comparativa de respuestas de las preguntas 1 – 7:

Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:		Muy bajo / Bajo	Medio	Alto / Muy alto
P1 ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?	2008	37	31,1	31,9
	2011	33,2	30	36,8
P2 ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?	2008	41,8	28,4	29,8
	2011	19,7	29,5	50,8
P3 ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	2008	55,7	24	20,3
	2011	48	28,1	23,9
P4 ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?	2008	69,7	20,2	10,1
	2011	65,2	20,4	14,3
P5 ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	2008	34,4	37	28,6
	2011	15,6	33,8	50,6
P6 ¿Cuál ha sido el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?	2008	27	38,8	34,2
	2011	22,9	31	46,1
P7 ¿Qué nivel de cambios ha implicado o está implicando la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	2008	11,5	28,4	60,1
	2011	14,7	32,8	52,6

2.4. Resultados encuesta, a nivel general (4/5)

- Comparativa de respuestas de las preguntas 8 – 10:

Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones		Muy negativo / Negativo	Neutro	Positivo / Muy positivo
P8 Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico:	2008	4,8	22,3	72,9
	2011	5,3	21,8	72,8
P9 Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia:	2008	5,2	21,2	73,6
	2011	4,2	18,1	77,7
P10 Valoración personal sobre los cambios que motivan el Espacio Europeo de Educación Superior:	2008	18,3	40,2	41,4
	2011	27,3	36,7	36

2.4. Resultados encuesta, a nivel CC.AA. (1/2)

2008

Predomina A/MA

- Navarra
- Aragón
- Andalucía
- Cataluña
- Cantabria
- Asturias

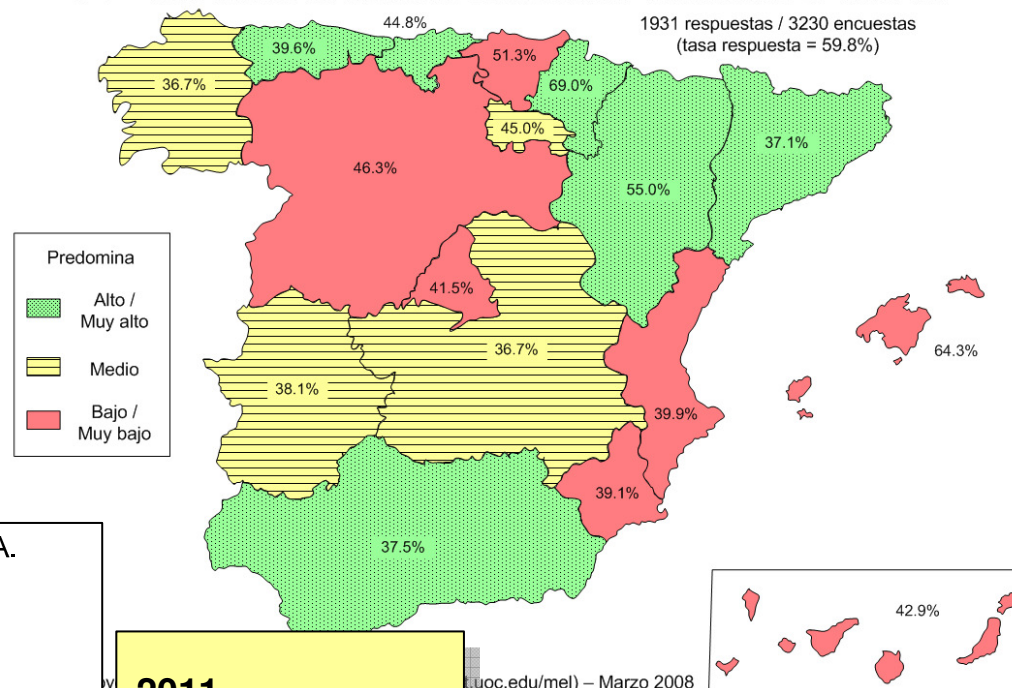
2008

Predomina B/MB

- País Vasco
- Castilla León
- Madrid
- Valencia
- Murcia

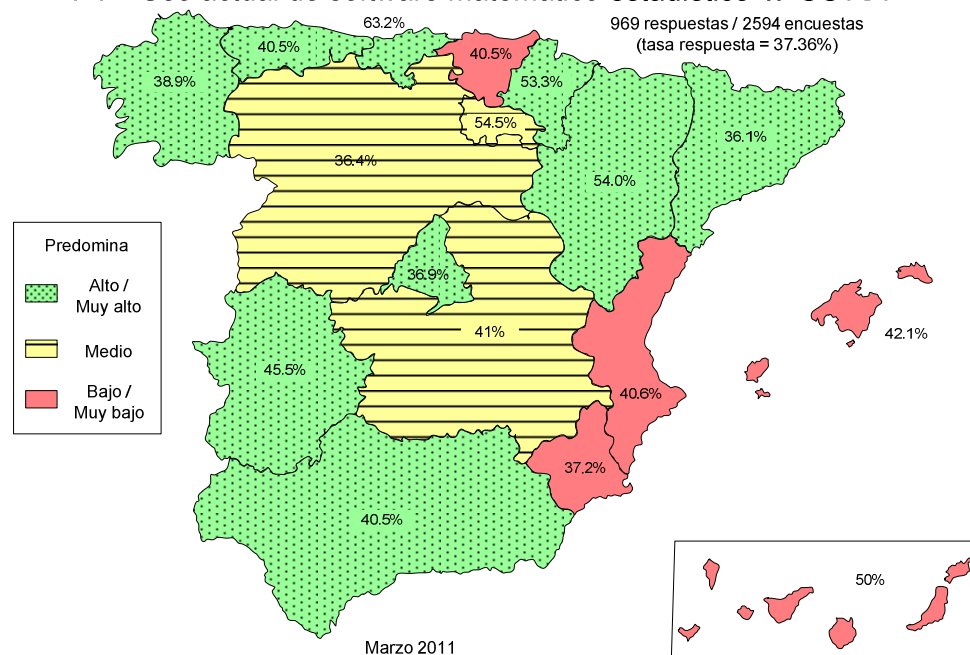
P1 – Uso actual de software matemático-estadístico x CC.AA.

1931 respuestas / 3230 encuestas
(tasa respuesta = 59.8%)



P1 – Uso actual de software matemático-estadístico x CC.AA.

969 respuestas / 2594 encuestas
(tasa respuesta = 37.36%)



2011

Predomina A/MA

- Navarra
- Aragón
- Andalucía
- Cataluña
- Cantabria
- Asturias
- Extremadura
- Galicia
- Madrid

2011

Predomina B/MB

- País Vasco
- Valencia
- Murcia
- Islas Baleares
- Canarias

2.4. Resultados encuesta, a nivel CC.AA. (2/2)

Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:	Andalucía	Aragón	Asturias	Canarias	Cantabria	Castilla-LaMancha	Castilla-León	Cataluña	Extremadura	Galicia	Islas Baleares	La Rioja	Madrid	Murcia	Navarra	País Vasco	Valencia	Nº total A	Nº total D	Nº total E
P1 Nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico	A	D	A	A	A	A	A	D	A	A	D	A	A	D	D	D	D	10	7	0
P2 Nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A	16	1	0
P3 Nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación	A	D	A	D	A	A	A	A	A	A	A	D	A	A	A	A	A	14	3	0
P4 Nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés	A	A	D	A	D	A	A	A	A	D	A	D	D	A	D	A	A	11	6	0
P5 Nivel actual de desarrollo para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	17	0	0
P6 Nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior	A	A	A	A	A	A	A	A	D	D	A	A	A	A	E	E	A	13	2	2
P7 Nivel de cambios que ha implicado o está implicando la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior	D	D	D	D	D	D	A	A	D	D	A	D	D	D	D	A	D	4	13	0
P8 Valoración personal positiva o muy positiva sobre el uso de software matemático/estadístico	D	D	A	D	A	A	D	A	A	A	A	D	A	D	A	A	D	10	7	0
P9 Valoración personal positiva o muy positiva sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia	D	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D	A	D	13	4	0
P10 Valoración personal positiva o muy positiva sobre los cambios que motivan el Espacio Europeo de Educación Superior	D	E	D	D	A	A	D	E	A	D	D	E	D	D	D	E	E	3	9	5
Nº Total A	6	4	7	6	8	9	8	8	8	6	8	4	7	6	4	7	5			
Nº Total D	4	5	3	4	2	1	2	1	2	4	2	5	3	4	5	1	4			
Nº Total E	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1			

2.4. Resultados encuesta, estadística avanzada (2/4)

TEST DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICO PARA MUESTRAS DEPENDIENTES

Nº observaciones muy elevado (957) □ Tma. Central del Límite □ Variable poblacional (media) se comporta como una normal

- **Supuesto 1:** El EEES tiene influencia en el uso actual de software matemático-estadístico
- **Objetivo del test:** Responder a la pregunta de si existen diferencias en el uso de software matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES.
- **Planteamiento del test:**

Dependiendo de la implantación del EEES, el uso de software matemático-estadístico –antes y después de haberse implantado el EEES– es:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

- **Estadísticamente hablando, el planteamiento del test:**

En función de haberse implantado el EEES, las medias de las respuestas obtenidas por los profesores encuestados a la pregunta 1, en el 2008 y en el 2011, son:

$$\begin{cases} H_0 : \text{igual} \\ H_1 : \text{diferente} \end{cases}$$

2.4. Resultados encuesta, estadística avanzada (3/4)

Paired T-Test and CI: P1 2008; P1 2011

Paired T for P1 2008 - P1 2011

	N	Mean	StDev	SE Mean
P1 2008	957	2,8757	1,1481	0,0371
P1 2011	957	3,0188	1,1561	0,0374
Difference	957	-0,1432	1,6026	0,0518

95% CI for mean difference: (-0,2448; -0,0415)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2,76 P-Value = 0,006

A nivel de significación del 95%, hay evidencia estadística de que existen diferencias en el uso de software matemático-estadístico por parte de los profesores antes y después de haberse implantado el EEES en las universidades españolas. Es decir, el uso de software matemático-estadístico antes y después de la implantación del EEES es diferente, siendo menor antes y aumentando después de la implantación del EEES.

2.4. Resultados encuesta, estadística avanzada (4/4)

SUPUESTOS	P-VALOR	RESULTADO
El EEES tiene influencia en el uso actual de software matemático-estadístico	0,006	Existen diferencias
El EEES tiene influencia sobre el uso actual de entornos online e Internet	0,000	Existen diferencias
El EEES tiene influencia sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación	0,001	Existen diferencias
El EEES tiene influencia sobre el uso del material o recursos en inglés	0,000	Existen diferencias
El EEES tiene influencia en el nivel de adaptación de las universidades a éste	0,000	Existen diferencias
El EEES tiene influencia en el nivel de información institucional que tienen las universidades de éste	0,000	Existen diferencias
El EEES tiene influencia en el nivel de cambios que implica éste	0,002	Existen diferencias
El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de software matemático-estadístico	0,958	NO Existen diferencias
El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos on-line e Internet	0,083	NO Existen diferencias
El EEES tiene influencia en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por éste	0,000	Existen diferencias

2.4. Resultados encuesta, cumplimiento de las preguntas

PREGUNTA	RESPUESTA	PERIODO 2008-2011	NIVEL ACTUAL (2011)
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el uso de <i>software</i> matemático-estadístico?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre el uso de entornos online e Internet?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre la integración de las TIC en los procesos de evaluación?	Sí	Aumenta	Bajo/Muy bajo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿sobre el uso de material o recursos en inglés?	Sí	Aumenta	Bajo/Muy bajo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de adaptación de las universidades al EEES?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de información institucional que tienen las universidades del EEES?	Sí	Aumenta	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en el nivel de cambios que implica el EEES?	Sí	Disminuye	Alto/Muy alto
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores sobre el uso de <i>software</i> matemático-estadístico?	No	Estable	Positivo/ Muy positivo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores del uso de entornos online e Internet?	No	Estable	Positivo/ Muy positivo
La implantación del EEES tiene influencia, ¿en la valoración que hacen los profesores sobre los cambios motivados por el EEES?	Sí	Disminuye	Positivo/ Muy positivo

2. Contribuciones de la investigación

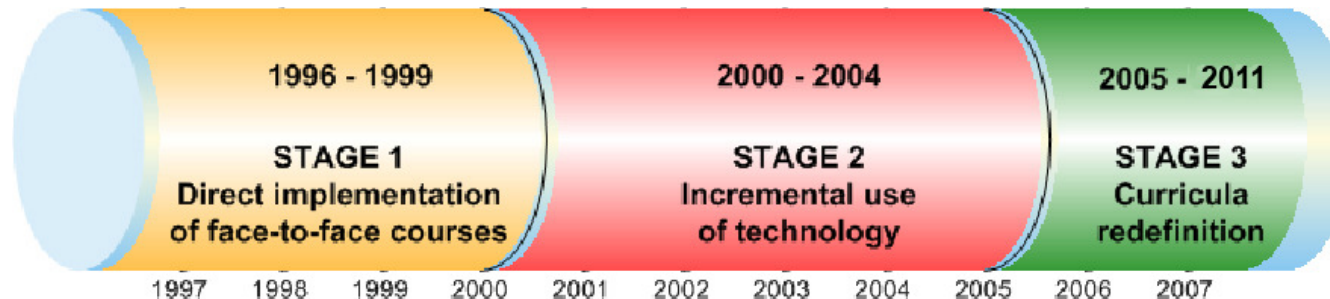


2.5. Buenas prácticas: Primera (1/2)

Primera buena práctica: **Rediseño de las titulaciones de forma global, usando un sistema “top-down”**

Estudio de caso: UOC

- Origen oferta ITIS/ITIS + Ing. Informática UOC → 1996
- Actualidad → > 3000 estudiantes (Lógica, Álgebra, Análisis Matemático, Matemática Discreta, Estadística, Simulación e IO, Minería de Datos, etc.)
- **Fase I (1996 – 1999):** Implantación directa de **metodologías presenciales** (apuntes clase, poca interactividad, baja integración *software*, etc.)
- **Fase II (2000 – 2004):** Uso creciente de tecnologías emergentes y metodologías innovadoras (más **prácticas software**, **repositorios** online, materiales electrónicos, etc.) (Proyecto **e-Math** EA2002-0125)
- **Fase III (2005 – 2011):** Redefinición currículum según una aproximación “top-down” (enfoque **profesionalizador**)



2.5. Buenas prácticas: Segunda

Segunda buena práctica: **Utilización de los LMS (Sistemas de Gestión del Aprendizaje)**

Plataforma	Website	Licencia	Ejemplos de universidades
ATutor	http://atutor.ca	GPL	Honolulu University Online Athabasca University
WebCT	http://www.blackboard.com/us/index.bbb	Commercial	University of Alberta University of Central Florida Georgia State University
Desire2Learn	http://www.desire2learn.com/	Commercial	Columbia College Nottingham Trent University University of West Florida
Claroline	http://www.claroline.net/	GPL	University of Zagreb Université Catholique de Louvain
ILIAS	http://www.ilias.de/index.html	GPL	University of Cologne Universidad de Jaén
LON-CAPA	http://www.lon-capa.org/	GPL	Michigan State University Ohio University
Moodle	http://moodle.org/	GPL	Open University University of Essex University of Glasgow
OLAT	http://www.olat.org/website/en/html/index.html	Apache License	University of Zurich
Sakai	http://www.sakaiproject.org/portal	Educational Community License	University of Virginia Indiana University Stanford University
eCollege	http://www.ecollege.com/index.learn	Commercial	DeVry University Stanford University
Fronter	http://webfronter.com/fronter3/info/	Commercial	University of Cambridge University of Vienna
Scholar360	http://www.scholar360.com/	Commercial	California Coast University
TrainCaster	http://www.traincaster.com/	Commercial	Brown University Roger Williams University

2.5. Buenas prácticas: Tercera

Tercera buena práctica: Integración de recursos online en planes docentes

Nombre	Website	Pequeña descripción
INFORMS OR/MS Resource Collection	http://www2.informs.org/Resources	Contiene referencias a distintos aspectos de la E/IO, entre ellas: empresas, programas de ordenador, conferencias, cursos, publicaciones, recursos académicos, etc
ORMS Related Internet Resources	http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-links.html	Contiene referencias a distintos aspectos de la E/IO, incluyendo: organizaciones, revistas, compañías de software, departamentos de universidades, etc
University of Delaware Library	http://www2.lib.udel.edu/subj/opre/internet.htm	Contiene referencias a distintos aspectos de la E/IO, que incluyen: referencias generales, institutos y organizaciones, etc
MIT OpenCourseWare Mathematics	http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm#Mathematics	Contiene los materiales (lecturas, ejercicios, etc) relacionados con los cursos ofrecidos por el Departamento de Matemáticas en el Instituto de Tecnología de Massachusetts
MIT OpenCourseWare Management	http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Sloan-School-of-Management/	Contiene los materiales (lecturas, ejercicios, etc) relacionados con los cursos ofrecidos por la Sloan School of Management en el Instituto de Tecnología de Massachusetts
Statistics Resources by Stephen Soldz	http://www.soldzresearch.com/statisticsresources.htm	Contiene una colección de recursos estadísticos que han ido acumulando y seleccionados por Stephen Soldz (Boston Escuela de Graduados de Psicoanálisis)
The World Wide Web Virtual Library: Statistics	http://www.stat.ufl.edu/vlib/statistics.html	Contiene referencias a los diferentes aspectos de la estadística: departamentos, recursos de aprendizaje, publicaciones, software, etc
Wolfram MathWorld	http://mathworld.wolfram.com/	Contiene recursos de aprendizaje asociados a las áreas de conocimiento relacionadas con matemáticas

Esquema de la presentación

I. Introducción

II. Desarrollo

**III. Principales publicaciones
derivadas de la tesis**

IV. Conclusiones

V. Anexos

3. Publicaciones derivadas de la tesis (1/5)

Juan, A.; Steegmann, C.; Martinez, M.; Huertas, M.; Simosa, J. (2011): “Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors’ point of view”. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 42, Issue 2, pp. 141 – 153. DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X.



2011

- Se analiza cómo las TIC están cambiando la forma de enseñar y aprender las matemáticas en las universidades de todo el mundo.
- Se analiza algunos de los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) más populares disponibles en la actualidad y algunos de los recursos en línea más útiles en las áreas de Matemáticas y Estadística.
- Se presentan algunas experiencias a largo plazo con respecto a la enseñanza de cursos en línea en las áreas de M/E de la UOC.
- Se presentan los resultados de una encuesta a gran escala realizada en España que tiene como objetivo reflejar la opinión de los instructores y sentimientos acerca de los posibles beneficios y retos de la enseñanza de las matemáticas en línea, así como el papel de las tecnologías emergentes en el contexto de la Unión Europea área de Educación Superior.

3. Publicaciones derivadas de la tesis (2/5)

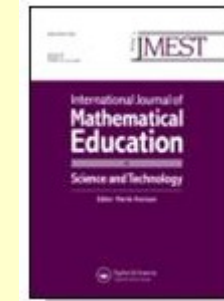
Steedmann, C.; Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M. (2008): “E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías”. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Volume 5, Issue 2, pp. 1-14. (indexed in Scopus). ISSN: 1698-580X



- Se tratan los **aspectos clave del e-learning** de las asignaturas universitarias de carácter matemático-estadístico.
- Se discuten los principales **beneficios** que las diferentes tecnologías –entornos *online* 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.
- Se presenta el **proyecto de investigación MEL** de la UOC y sus principales resultados.

3. Publicaciones derivadas de la tesis (3/5)

Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Corcoles, C.; Serrat, C. (2008): “**Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia**”. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Volume 39, Issue 4, pp. 455-471 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X

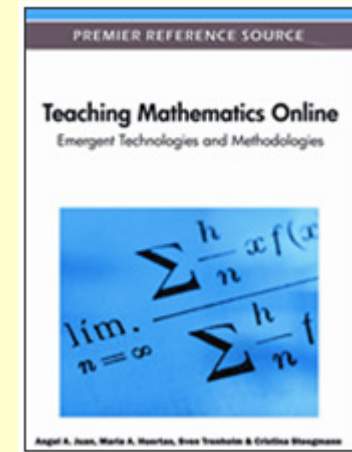


2008

- Se presenta una **revisión del estado del arte en MEL** y algunas **experiencias desarrolladas** en esta área durante los once últimos años en la UOC).
- Se abordan **aspectos importantes** relacionados con las matemáticas en línea: beneficios y desafíos, las universidades que ofrecen este tipo de educación, consideraciones metodológicas, tecnologías emergentes, proyectos de aprendizaje y ambientes, etc
- Se describen y analizan los **aspectos clave del modelo de MEL** y su evolución histórica.
- Se presta especial atención a los **planes de estudio matemáticos** relacionados con MEL
- Se presenta una **propuesta de diseño curricular**, basado en un enfoque “top-down”, como una buena práctica.
- Se sugieren algunas de las **tendencias y perspectivas de futuro** en el tema.

3. Publicaciones derivadas de la tesis (4/5)

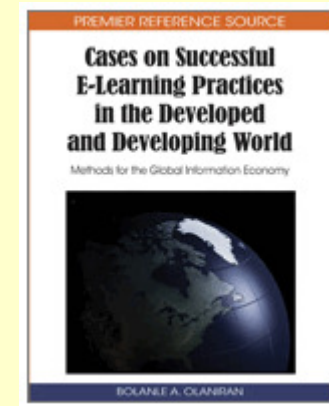
Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): “Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies” (IGI Series in Advances in Distance Education Technologies). IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)



- E-Learning de las Matemáticas se refiere al uso de computadoras, software e Internet para ofrecer educación matemática en un sentido amplio.
- Tecnologías emergentes, tales como sistemas de aprendizaje, de gestión, así como modernas metodologías, tales como asistidas por ordenador en el aprendizaje colaborativo, se están utilizando en las universidades nuevas y tradicionales para enseñar matemáticas a las nuevas generaciones de estudiantes.
- Con todo, e-Learning de las Matemáticas ha llegado para quedarse, y este libro tiene como objetivo proporcionar el estado del MEL, de experiencias, de metodologías y de tecnologías tanto en su práctica actual y como futura.

3. Publicaciones derivadas de la tesis (5/5)

Juan, A.; Faulin, J.; Fonseca, P.; Steegmann, C.; Pla, L.; Rodriguez, S.; Trenholm, S. (2009): “Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia”. In B. Olaniran (ed.): Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy, pp. 298-311. ISBN: 978-1-60566-942-7. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)



- Se presenta el estudio de caso de la enseñanza en línea en Estadística e Investigación Operativa (IO) en la UOC.
- Éstas presentan retos difíciles en la educación superior tradicional. Estos problemas se agudizan en los entornos en línea donde la interacción entre estudiantes y profesores, así como entre los propios estudiantes, son limitadas o inexistentes. A pesar de estas dificultades, como se evidencia en el crecimiento global de la oferta de cursos en línea, existen ventajas comparadas con la metodología tradicional.
- Aunque existe una gran cantidad de literatura que abarca experiencias y buenas prácticas en la enseñanza tradicional de las matemáticas, hay una falta de experiencias exitosas en Estadística e IO en línea.
- Basado en nuestras experiencias durante la última década, este capítulo tiene como objetivo compartir algunas ideas sobre cómo diseñar y desarrollar con éxito los cursos en línea en estas áreas de conocimiento.

Esquema de la presentación

- I. Introducción
- II. Desarrollo
- III. Principales publicaciones derivadas de la tesis
- IV. Conclusiones**
- V. Anexos

4.1. Conclusiones de carácter general (1/3)

- Ofrecer formación matemática *online* de calidad no es un proceso **trivial**
- Las **tecnologías emergentes** (entornos online + Internet + software M/E) pueden ayudar, pero por sí solas no son suficientes
- En formación *online*, la metodología debe estar **orientada al estudiante** (evaluación continua, prácticas y proyectos, CSCL, carácter profesionalizador, etc.)
- Aspectos **clave** del MEL: materiales de calidad + profesores que orienten y proporcionen un *feedback* regular a estudiantes
- La **convergencia** entre formación *online* y formación presencial es un hecho
- El **futuro**: repositorios colaborativos *online*, titulaciones conjuntas, mayor integración de TIC en evaluación, mayor uso del Inglés, etc.

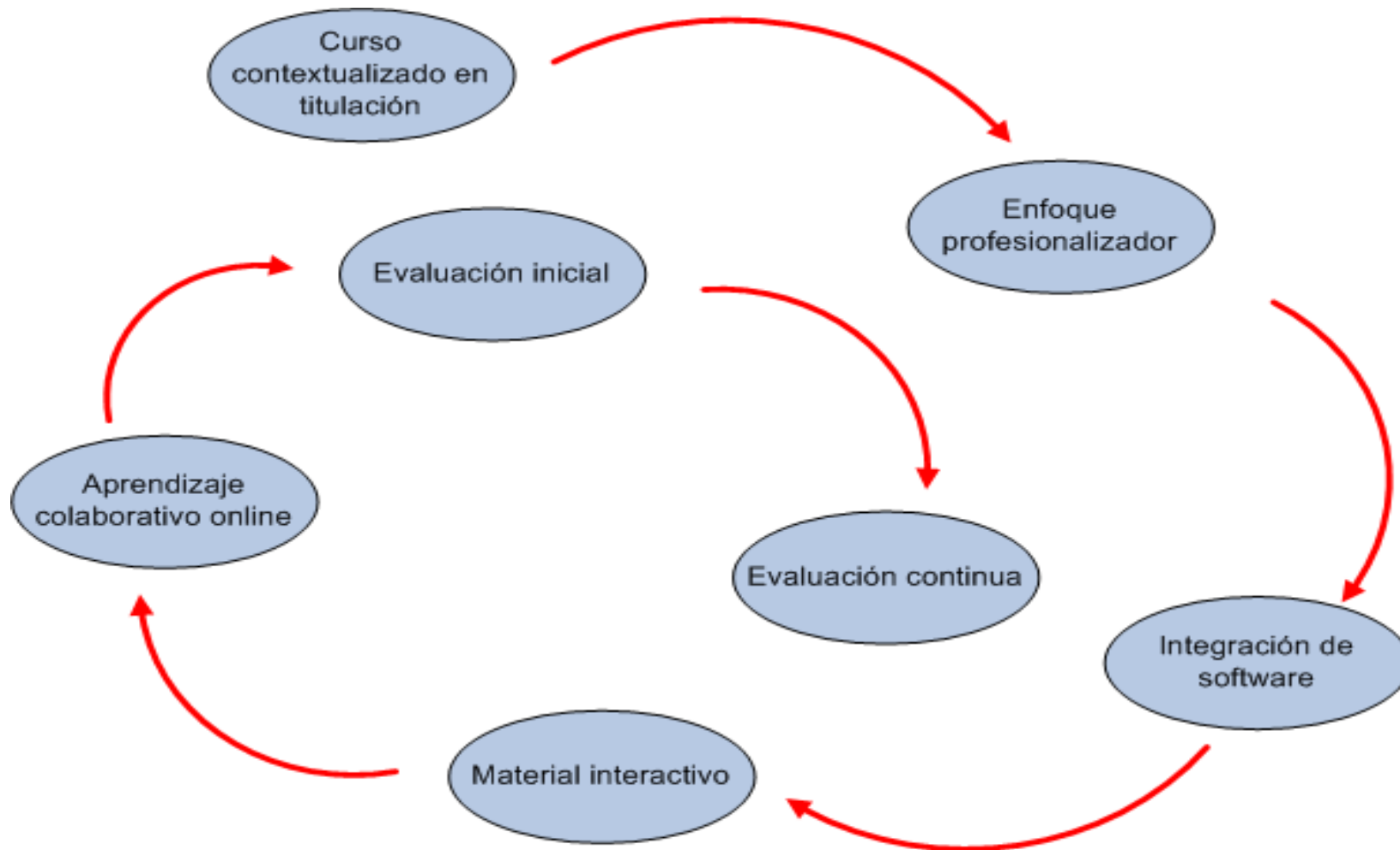
“The overall profit of using interactive mathematics on the Web will be to stimulate interest in mathematics”

O. Bringslid



4.1. Conclusiones de carácter general (2/3)

- Aspectos clave en los que basar los modelos de MEL:



4.1. Conclusiones de carácter general (3/3)

Puntos clave en el diseño de cursos online matemáticos:

- a) uso de un **enfoque piramidal** cuando el rediseño de los cursos de matemáticas se sitúa en el contexto global del programa de plan de estudios de una carrera,
- b) uso de un enfoque orientado **profesionalmente** durante el desarrollo de cursos matemáticos –por ejemplo, centrándose en las aplicaciones matemáticas en vez de en teoría abstracta-;
- c) integración del **software matemático** a lo largo de los cursos para destacar las aplicaciones reales de los conceptos, métodos y resultados matemáticos;
- d) el **desarrollo de los materiales electrónicos e interactivos** que facilitan la mejora y el aprendizaje mediante la experimentación;
- e) **evaluación previa de los conocimientos** de los estudiantes para proporcionarles una asistencia y recursos apropiados desde el principio;
- f) uso de modelos de **evaluación continua** que guíen y preparen a los estudiantes para el examen final cara a cara; y
- g) promoción de aprendizaje en línea cooperativo entre estudiantes a través de la asignación de **pequeños proyectos y de actividades en grupo**.

4.2. Conclusiones de carácter específico



- **Uso de software matemático:** Se reconoce su importancia pero no su uso potencial. Se espera un incremento significativo en su uso e integración en los procesos de aprendizaje y evaluación.
- **Uso de sistemas de gestión del aprendizaje:** Existen importantes diferencias entre su valor percibido y su nivel de uso. Se espera un importante incremento en su uso durante los próximos años.
- **Uso de materiales y recursos académicos escritos en inglés:** Situación muy pobre y necesita ser corregida pronto si un Espacio Europeo de Educación Superior se debe alcanzar para promover programas de movilidad entre estudiantes e profesores europeos.
- **Cambios que el Espacio Europeo de Educación Superior debe implicar, tanto en metodología y contenido como en los sistemas de evaluación:** Existe acuerdo pero este hecho parece contrastar con el nivel percibido de convergencia en el EEES actual → los profesores deberán jugar un papel fundamental para facilitar aquellos cambios estructurales.

Esquema de la presentación

- I. Introducción
- II. Desarrollo
- III. Principales publicaciones derivadas de la tesis
- IV. Conclusiones
- V. Anexos**

5.1. Cuestionario enviado

<http://62.81.185.120/jsp/control/front.jsp?accion=ClienteInicioR...>



Proyecto Mathematical E-Learning (EA2007-0310)

1. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones:

	muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
[P1] ¿Cuál es el nivel actual de uso de software de tipo matemático/estadístico?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P2] ¿Cuál es el nivel actual de uso de entornos online (Moodle, WebCT, etc.) y de recursos de Internet complementarios a la formación presencial?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P3] ¿Cuál es el nivel actual de integración de las TIC en los procesos de evaluación? (Existencia de prácticas con software evaluables, exámenes prácticos con PC, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P4] ¿Cuál es el nivel actual de uso de material o recursos docentes en inglés?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras actualmente como docente, valora las siguientes cuestiones en relación al proceso de adaptación al EEES:

	muy bajo	bajo	medio	alto	muy alto
[P5] ¿Cuál es el nivel actual de desarrollo para la próxima adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P6] ¿Cuál es el nivel de información institucional sobre el Espacio Europeo de Educación Superior?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P7] ¿Qué nivel de cambios ha implicado o implicará la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior? (en contenidos, metodologías y/o sistemas de evaluación)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Con respecto a las asignaturas de tu Universidad en las que colaboras como docente, valora personalmente las siguientes cuestiones:

	muy negativo	negativo	neutro	positivo	muy positivo
[P8] Valoración personal sobre el uso de software matemático/estadístico:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P9] Valoración personal sobre el uso de entornos online, recursos Internet y recursos multimedia:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
[P10] Valoración personal sobre los cambios que motivará el Espacio Europeo de Educación Superior:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. [V.5] Colectivo profesional:

<input type="radio"/> Catedrático de Universidad	<input type="radio"/> Ayudante Doctor
<input type="radio"/> Titular de Universidad	<input type="radio"/> Colaborador
<input type="radio"/> Catedrático de Escuela Universitaria	<input type="radio"/> Ayudante no Doctor
<input type="radio"/> Titular de Escuela Universitaria	<input type="radio"/> Asociado
<input type="radio"/> Contratado Doctor	
<input type="radio"/> Otro colectivo <input type="text"/>	

5. [V.4] Años de experiencia docente universitaria:

<input type="radio"/> menos de 6	<input type="radio"/> de 6 a 11	<input type="radio"/> de 12 a 18	<input type="radio"/> más de 18
----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------

1 de 2 13/02/2008 11:13

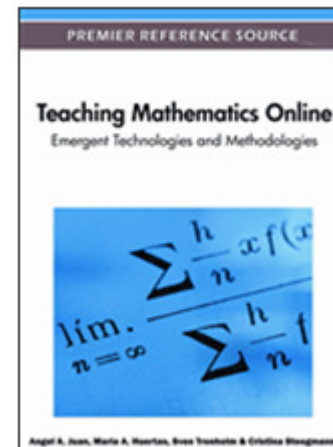
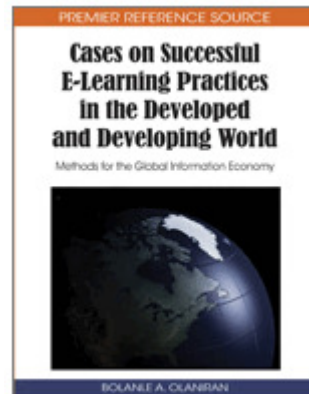
5.2. Artículos en revistas especializadas

- Juan, A.; Steegmann, C.; Martínez, M.; Huertas, M.; Simosa, J. (2011): **“Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors’ point of view”**. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 42, Issue 2, pp. 141 – 153. DOI: 10.1080/0020739X.2010.526254 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X.
- Steegmann, C.; Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M. (2008): **“E-learning de las Matemáticas en el Espacio Europeo de Educación Superior: oportunidades, retos y metodologías”**. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, Volume 5, Issue 2, pp. 1-14. (indexed in Scopus). ISSN: 1698-580X
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Corcoles, C.; Serrat, C. (2008): **“Mathematical E-Learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia”**. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Volume 39, Issue 4, pp. 455-471 (indexed in Scopus, 2008 SJR = 0.030, Fourth Quartile). ISSN: 0020-739X
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Terradez, M. (2006): **“TIC y Matemáticas en la UOC”**. Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 7. ISSN: 1138-9737
- Steegmann, C.; Juan, A.; Huertas, M. (2011): **“Enseñanza de las matemáticas asistida por las tecnologías del aprendizaje y la comunicación: el proyecto M@thelearning.”** Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI-GAEU), núm 55/4 (maig 2011). ISSN: 1681-5653
- Steegmann, C. (2011): **“E-learning de las Matemáticas en institutos de Cataluña”**. Revista Comunidad Escolar, Experiencias, núm. 893, 27 de maig de 2011. ISSN: 1989-7316 NIPO: 660-09-015-2



5.3. Libros de investigación y capítulos

- Juan, A.; Huertas, M.; Trenholm, S.; Steegmann, C. (eds.) (2011): **“Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies”** (IGI Series in Advances in Distance Education Technologies). IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)
- Juan, A.; Faulin, J.; Fonseca, P.; Steegmann, C.; Pla, L.; Rodriguez, S.; Trenholm, S. (2009): **“Teaching Statistics and Operations Research online: experiences at the Open University of Catalonia”**. In B. Olaniran (ed.): Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy, pp. 298-311. ISBN: 978-1-60566-942-7. IGI Global, Hershey, Pennsylvania, USA. (HAROSA)



5.4. Ponencias en conferencias especializadas

- Huertas, M.; Juan, A.; Prat, M.; Steegmann, C. (2008): **“Mathematical E-Learning in the context of the European Space of Higher Education: The Case of the Spanish University System”**. En Proceedings of the International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008), pp. 7001-7007. ISBN: 978-84-612-5091-2. D.L. V-4318-2008. Madrid, Spain. November 17-18.
- Huertas, M.; Juan, A.; Serrat, C.; Corcoles, C.; Steegmann, C. (2006): **“Math On-line Education: state of the art, experiences and challenges”**. Resumen en Proceedings of the 2006 International Congress of Mathematicians (ICM 2006), pp. 578-579. ISBN: 978-3-03719-022-7. Madrid, Spain. August 22-30.
- Huertas, M.; Juan, A.; Steegmann, C. (2006): **“Designing Math on-line Courses for CS Students: experiences at the UOC”**. En Proceedings of the First WebALT Conference and Exhibition (WebALT06), pp. 7-21. ISBN: 952-99666-0-1. Eindhoven, Holland. January 5-6.



5.5. Otras conferencias internacionales

- **Steggmann, C.**; Juan, A.; Huertas, M.A.; Perez, A.; Sancho, T.; Corcoles, C.: “**E-Math Project: An Open and e-Collaborative Mathematical Repository developed at the Open University of Catalonia**”. 3rd Joining Educational Mathematics Workshop. Barcelona, Spain. January 31 – February 2, 2008.



5.6. Talleres y seminarios nacionales

- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.: “3rd International Workshop on Mathematical E-Learning. E-MATH 2011”. Barcelona, 21 – 23 June 2011
- Juan, A.; Huertas, M.; Steegmann, C.; Prat, M.: “Mathematical E-Learning: estado de la cuestión y experiencias en la Universitat Oberta de Catalunya”. Invitado al Seminario en el Centro Superior de Innovación Educativa of the Public University of Navarre. Pamplona, Spain. April 17th, 2008.
- Huertas, M.; Juan, A.; Steegmann, C. et al: “Uso e integración de las TIC en asignaturas cuantitativas aplicadas”. XI Congreso Universitario en Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú, Spain. July 23-25, 2003.



XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas
Vilanova i la Geltrú 23, 24 y 25 de julio de 2003



5.7. Proyectos

- 2008-2009: **“e-M@th++: Análisis de tecnologías emergentes para la creación de repositorios web inter-universitarios en el ámbito de las matemáticas y la estadística”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2008-0151. Main researcher: Dr. Julian Minguillon (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 26,700 euros
- 2008-2009: **“Disseny i creació d’un repositori d’objectes d’aprenentatge de Matemàtiques i Estadística”**. Department of Universities, Research & Information Society of the Catalan Government. 2008MQD 00131. Main researcher: Dra. Maria A. Huertas (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 9,600 euros
- 2007-2009: **“Joining Educational Mathematics”**. eContentPlus 38208 Thematic Network (European Commission). Main researcher: Dr. Mika Seppälä (University of Helsinki). Subvention: 100,000 euros
- 2007-2008: **“e-Learning de las Matemáticas en las Universidades Españolas: tendencias tecnológicas emergentes y adaptación al EEES”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2007-0310. Main researcher: Dra. Maria A. Huertas & Dr. Angel A. Juan (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 16,200 euros
- 2006-2009: **“REMIC: Recerca en Educació Matemàtica i Científica”**. Department of Universities, Research & Information Society of the Catalan Government. XIRE 2006, DOGC 4595. Main researcher: Dra. Roser Pintó (Universitat Autònoma de Barcelona, Spain). Subvention: 100,000 euros
- 2002-2003: **“e-Math: Uso e integración de Internet y software especializado en el diseño curricular de asignaturas cuantitativas universitarias”**. Spanish Ministry of Education and Science. EA2002-0125. Main researcher: Dr. Josep M. Duart & Dr. Angel A. Juan (Open University of Catalonia, Spain). Subvention: 36,600 euros

**Departamento Informática, Multimedia y
Telecomunicación**

Universitat Oberta de Catalunya

Barcelona, diciembre 2011

***E-Learning* de las matemáticas universitarias:
Tendencias tecnológicas emergentes
y adaptación al
Espacio Europeo de Educación Superior**

Cristina Steegmann Pascual

Licenciada en Matemáticas (UAB)

Máster en Sociedad de la Información y el Conocimiento

**Muchas
gracias por su
atención 😊**

Directores:

Dra. Da. M^a Antonia Huertas Sánchez

Dr. D. Ángel A. Juan Pérez