

Enseñanza de las matemáticas asistida por las tecnologías del aprendizaje y la comunicación: el proyecto *M@thelearning*¹

CRISTINA STEEGMANN PASCUAL
IES Fòrum 2004. San Adrián de Besòs, Barcelona, España
Universitat Oberta de Catalunya, España
ÁNGEL ALEJANDRO JUAN PÉREZ
Universitat Oberta de Catalunya, España
Universidad Politécnica de Cataluña.
MARÍA ANTONIA HUERTAS SÁNCHEZ
Universitat Oberta de Catalunya, España

1. Introducción

La proliferación de los ordenadores personales, la continua evolución de la informática y el fenómeno Internet han promovido en los últimos años una serie de transformaciones que están ayudando a redefinir el panorama de la enseñanza en todas las áreas de conocimiento y, en particular, en el área de las matemáticas. En el ámbito de los institutos de educación secundaria (IES) de Cataluña es manifiestamente creciente el interés que muestran los departamentos de matemáticas por incorporar las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC) en la enseñanza. El auge de las TAC en general, y de Internet en particular, ha traído con ellos la aparición de numerosos espacios virtuales de aprendizaje de las matemáticas que, en muchos casos, refuerzan o complementan los métodos de enseñanza tradicionales. A la aparición de estos espacios virtuales hay que añadir un uso, cada vez más intensivo e integrado en el currículo 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 modelaje y resolución de problemas propios de otros ámbitos de conocimiento (Córcoles, Huertas, Juan, Serrat y Steegmann, 2006). De esta manera, a causa de la influencia del *e-learning*, la nueva configuración de los entornos de aprendizaje –tanto *on-line* como presenciales– 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, esto es, del aprendizaje colaborativo (Juan, Daradoumis y Xhafa, 2006). Además, se subraya la figura del docente como supervisor del trabajo del alumno, se fomenta el uso de todo tipo de recursos de aprendizaje (páginas *web*, bibliotecas *on-line*, *learning objects*, etc.) y de las tecnologías apropiadas a cada materia (*software* específico, plataformas de aprendizaje, etc.). Asimismo, se incorpora la adquisición de capacidades y competencias transversales en otras asignaturas. En este sentido, algunos especialistas (Henderson, 2005) ya han formulado propuestas que apuestan por potenciar el uso de las matemáticas como herramienta transversal de aplicación a otras disciplinas.

¹ Agradecimientos: La realización de esta investigación ha sido posible gracias a una licencia de estudios retribuida concedida por el Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña durante el año escolar 2008-09.

Con todo, existe bastante desconocimiento, por parte del profesorado de cada instituto, sobre cómo se está desarrollando la actividad docente en matemáticas en el resto de la comunidad educativa. Especialmente, hay bastante desconocimiento sobre el estado de innovación tecnológica en la formación que ofrece cada centro y sus perspectivas de evolución en el transcurso de los próximos años. De la revisión realizada podemos afirmar que existe un número destacable de estudios sobre la incidencia del uso de las TAC en la enseñanza *on-line* de las matemáticas en el ambiente educacional (Albano, 2005; Cuypers *et al.*, 2005; García, Martínez y Miñano, 2000; Juan y Bautista, 2001; Juan, Huertas, Steegmann, Corcoles y Serrat, 2008; Juan, Huertas, Steegmann y Terrádez, 2006; Steegmann, Huertas, Juan y Prat, 2008; Velázquez *et al.*, 2004; entre otros) y, a la vez, hay numerosos estudios centrados en la formación con tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en general (Adell, 2001; Cases y Torrecasana, 2007; Salinas, 2004; Sevillano, Pascual y Bartolomé, 2007; Sigalés, Mominó, Meneses y Badia, 2008; entre otros) pero, sin embargo, son escasos los trabajos que giran alrededor de la enseñanza de las matemáticas asistida por las TAC y que estén centrados en el ámbito de los IES de Cataluña, sus problemáticas actuales y los retos de futuro.

En este nuevo contexto de la formación matemática, caracterizado por (a) la creciente incorporación de las TAC en la actividad docente, (b) las directrices de convergencia en el *e-learning* y (c) la existencia de un interés generalizado por mejorar la calidad de la formación matemática en los institutos, resulta oportuna y necesaria la investigación que a continuación presentamos, en la que se evalúa la situación actual de la enseñanza de las matemáticas mediante las TAC en los diferentes institutos de Cataluña.

2. *e-Learning de las matemáticas*

El concepto de *e-learning* se define de muchas formas diferentes y, aunque no entraremos en cuestiones sobre cuál es la definición y nomenclatura más adecuadas (se utilizan muchos términos para referirse al *e-learning* tales como “enseñanza virtual” (Cordón y Anaya, 2004), “enseñanza *on-line*” (Garrison y Anderson, 2005) o “e-formación” (García, 2005)), en este trabajo nos centraremos en tomar como referencia la raíz de la palabra *e-learning*, cuya traducción literal sería “aprendizaje electrónico”, y como tal, lo definiremos en su concepto más amplio, que puede comprender cualquier actividad educativa que utilice medios electrónicos para realizar todo o parte del proceso formativo. Si nos centramos en el “aprendizaje electrónico” (*e-learning*) dentro del ámbito de las matemáticas observamos que hace años que los ordenadores están ayudando a “hacer matemáticas” (García *et al.*, 2000) y resulta evidente para todos la utilidad de las TAC en las matemáticas dada la incorporación de herramientas de cálculo simbólico al quehacer matemático.

Haciendo una revisión de la literatura existente sobre el tema se observa que, actualmente, el aprendizaje electrónico de las matemáticas está formado, fundamentalmente, por:

- Asistentes matemáticos. Herramientas con el fin primordial de ayudar a resolver los problemas matemáticos que aparecen en cualquier trabajo científico o tecnológico. Este grupo de herramientas está formado por las calculadoras científicas, las calculadoras gráficas y una gran cantidad de *software* matemático (García *et al.*, 2000). Aunque existen numerosos asistentes o paquetes matemáticos y estadísticos (y es casi imposible citarlos a todos), algunos de los más

conocidos y utilizados en la actualidad son Derive, Mathematica, Cabri, Wiris, Mathcad, MatLab, Scientific Notebook, SPSS, Minitab, Statistica, hojas de cálculo (Excel), calculadoras científicas, calculadoras gráficas, etc.

- Recursos para matemáticas en Internet. En la Red existe un considerable número de lugares que incluyen recursos matemáticos, la mayoría de los cuales hacen referencia a niveles de enseñanza secundaria y primaria. Si realizamos una búsqueda de éstos podemos comprobar que, por un lado, están lo que Ramírez y Santos (2004) han optado por denominar "buscadores matemáticos" (por ejemplo, "Recursos Matemáticos en Internet" [<http://www.recursosmatematicos.com/redemat.html>]) que simplifican la búsqueda en Internet de páginas sobre matemáticas. Y, por otro lado, están las "plataformas matemáticas" (por ejemplo, EngLab [<http://englab.bugfest.net/>] o e-math [<http://www.uoc.edu/in3/e-math/>]) que facilitan el aprendizaje *on-line* de las matemáticas. Dentro de estas plataformas hallamos simuladores, juegos educativos, programas tutoriales... mayoritariamente dirigidos a un nivel universitario. También hay que destacar páginas *web* con información, tales como Divulgamat (Centro Virtual de Divulgación Matemática [<http://divulgamat2.ehu.es/>]), portal creado por la Comisión de Divulgación de las Matemáticas de la Real Sociedad Matemática Española (RSME).

Por tanto, con el *e-learning* se produce un cambio en el rol del profesor: de depositario del saber a organizador del aprendizaje. No obstante, esta transformación puede desembocar en una buena o mala enseñanza por lo que consideramos que es recomendable usar las TAC con prudencia. Coincidimos con García *et al.* (2000) en que las TAC no tienen que usarse en todo momento, sino exclusivamente cuando su uso aporte beneficios para la consecución de los objetivos docentes.

3. El proyecto M@thelearning

El proyecto M@thelearning, acrónimo de «*E-Learning* de las matemáticas, en los institutos de educación secundaria (IES) de Cataluña: Estado actual, tendencias tecnológicas emergentes y adaptación a las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento (TAC)», es un estudio sobre el estado de la formación matemático-estadística en el ámbito de los institutos catalanes. El principal objetivo del trabajo consistió en hacer una investigación evaluativa sobre el estado actual y las tendencias futuras de la formación matemática con TAC dentro del ámbito de los institutos de educación secundaria de Cataluña, entendiendo formación matemática en un sentido amplio que incluía la estadística, las matemáticas aplicadas a las ciencias sociales, y otras áreas afines, que quedó recogido en un informe escrito y en una página *web* (<http://www.xtec.es/~csteegma/>) con el fin de poder difundir los resultados.

Teniendo en cuenta las características específicas del estudio, el método de investigación elegido contempló las siguientes fases:

- a) Definición de la población de profesorado a encuestar.
- b) Elaboración, validación y aplicación de un cuestionario a una muestra reducida de profesores (sondeo).
- c) Cálculo de la fiabilidad del cuestionario definitivo mediante el cálculo del Alfa de Cronbach.

- d) Análisis descriptivo de las respuestas al cuestionario utilizando el programa estadístico Minitab, versión 15.
- e) Análisis y discusión de los resultados cuantitativos obtenidos.
- f) Extracción de conclusiones e implicaciones de la investigación.
- g) Con este proyecto se pretendía crear un marco de referencia teórico y práctico que pudiera ser de utilidad para cualquier equipo de profesores responsable del diseño de asignaturas matemáticas, especialmente cuando éstas tuvieran un carácter netamente aplicado y pretendieran hacer un uso intensivo de las posibilidades que ofrecían las TAC (en particular, cuando se deseara complementar la actividad docente tradicional con formación *on-line* o bien, incluso, cuando se deseara diseñar cursos completamente *on-line*). Entre los resultados del proyecto debía quedar de manifiesto la mejora en la calidad docente que el uso y la correcta integración de las TAC (y, en concreto, de Internet y del *software* especializado) aportaban al ámbito de las asignaturas matemáticas en la enseñanza secundaria y, por tanto, la necesidad de que la comunidad de profesores de los institutos catalanes apostaran por trabajar en esta línea también en estas asignaturas tradicionalmente poco dadas a grandes innovaciones.

4. Principales resultados y discusión del proyecto M@thelearning

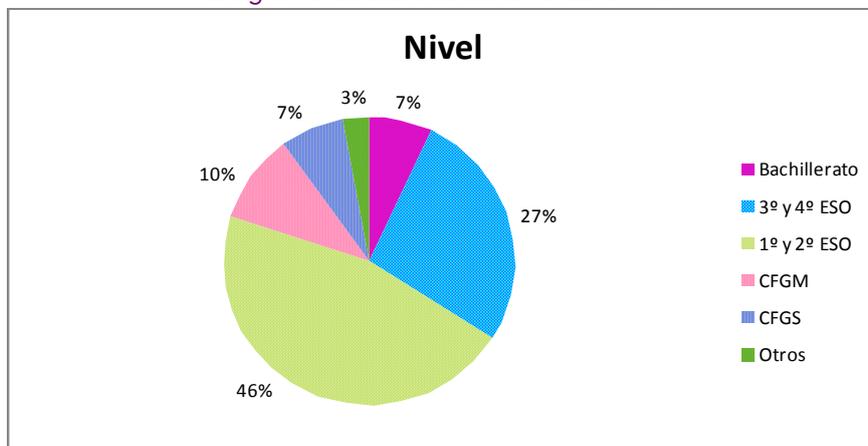
La población objetivo de la investigación estaba constituida por los profesores de asignaturas afines a las matemáticas (estadística, geometría, matemáticas aplicadas a las ciencias sociales, etc.) de los institutos de educación secundaria de Cataluña. Dado que era imposible trabajar con toda la población objeto de estudio se decidió elegir una muestra de ésta. Para el cálculo de la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico, más concretamente el muestreo según el criterio combinado con el muestreo de bola de nieve.

De los 29 profesores que recibieron la encuesta, el 100% de ellos la completaron correctamente. La insistencia fue la clave para obtener respuestas. Cuando un profesor era seleccionado, se le entregaba, personalmente, un sobre que contenía un cuestionario anónimo y, a la vez, se le explicaba, de forma breve, el motivo de la investigación. Desde ese mismo momento, disponía de unos 14 días para que lo respondiera y, pasados estos días, el cuestionario era recogido en persona. Una vez recogidos los datos, se procedió a su codificación informática, depurándolos, organizándolos y transformándolos para, posteriormente, interpretarlos correctamente en su contexto. Para grabar los datos se utilizó el programa Excel de Microsoft y, para analizarlos, se usó el programa Minitab, versión 15, al cual se podían importar los datos desde Excel y tratarlos estadísticamente.

A partir del análisis estadístico de las encuestas se han deducido algunos resultados interesantes. Así, por ejemplo, por lo que se refiere al perfil profesional de los encuestados tenemos que en la variable "Sexo", la proporción de mujeres es del 46,7% y la de hombres, es del 53,3% (en la muestra de entrevistados, tenemos 16 mujeres y 14 hombres). Por lo que hace a la variable "Nivel" (esto es, nivel máximo que imparten los docentes entrevistados), vemos, tal como se muestra en la figura 1, que el 7% imparten Bachillerato; el 27%, 3º y 4º de ESO; el 46%, 1º y 2º de ESO; el 10% Ciclo formativo de grado medio; el 7%, Ciclo formativo de

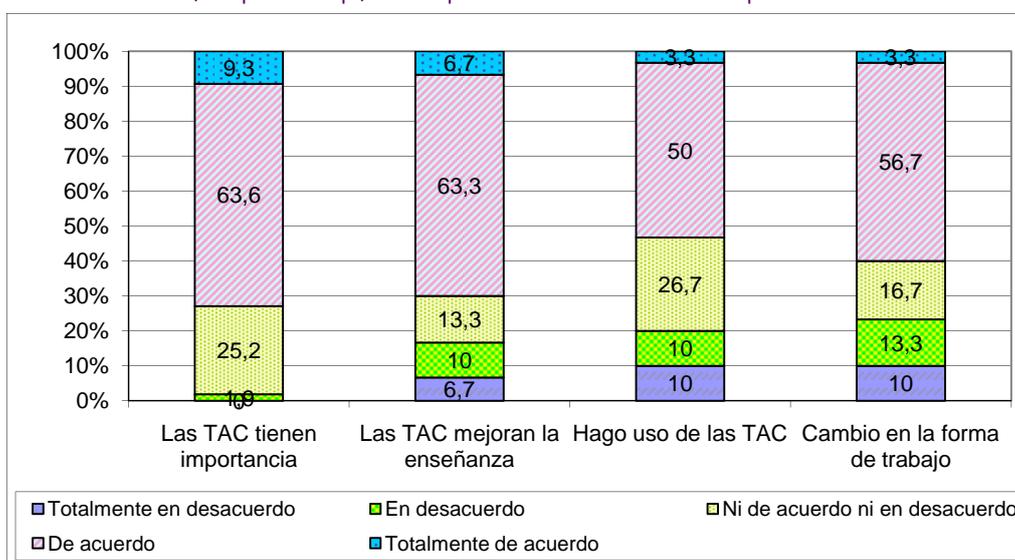
grado superior; y el 3% imparten "Otros" (aulas abiertas, aulas de recién llegados, etc.). Es decir, resulta evidente que el 73% de los profesores imparten ESO como máximo nivel.

Figura 1
Diagrama de sectores de la variable Nivel



Al preguntarles sobre su opinión respecto al uso y la integración de las TAC, la mayoría consideran que son importantes (73%, incluyendo las respuestas "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo"), tal como se muestra en la figura 2, y que mejoran la enseñanza (70%).

Figura 2
Resultados, en porcentaje, de las primeras variables del bloque 1 de la encuesta



Si analizamos las razones por las que enriquecen la enseñanza consideramos que éstas permiten reducir el tiempo que los alumnos dedican al desarrollo de algunas destrezas tradicionales, como cálculos largos y pesados, pudiéndose dedicar más profundamente al desarrollo de conceptos e ideas sobre cómo resolver problemas. Sin embargo, al encuestar al profesorado sobre el uso de las TAC (ver figura 2), sólo un 53% afirman que utilizan algún tipo de TAC como parte de la metodología de trabajo. Es más, llama la atención que un 20% de los encuestados no están de acuerdo en usar las TAC para ello. Esto hace pensar que el profesorado reconoce el potencial y la utilidad de las tecnologías pero, sin embargo, admite que se les está sacando poco rendimiento, no todo lo que sería posible, ya que su uso es limitado. Asimismo, en la

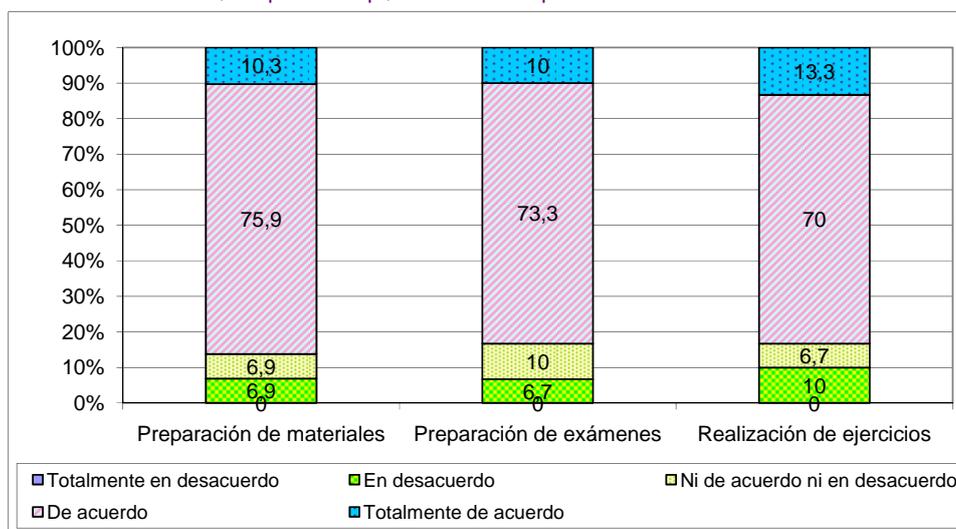
misma figura 2, se observa que un 60% del profesorado (algo más de la mitad) consideran que las TAC han cambiado la manera de trabajar y, por el contrario, un 23% (la cuarta parte de los encuestados) no están de acuerdo con la existencia de tal cambio. Este hecho despierta nuestro interés ya que opinamos que enseñar matemáticas en entornos *on-line*, mediante las TAC, requiere un esfuerzo importante por parte de estudiantes y docentes que se debe centrar, principalmente, en la superación de algunos obstáculos de tipo metodológico ya que los modelos de formación presencial no son directamente aplicables en entornos de formación con tecnologías. Por dicho motivo, resulta imprescindible un cambio en la forma de trabajar desarrollando nuevos modelos de formación que se basen tanto en el uso de la tecnología como en la aplicación de nuevos enfoques metodológicos. Todos estos datos aparecen resumidos en la tabla I.

TABLA I
Resumen con los porcentajes de las variables referentes al uso de las TAC de los encuestados

Opinión sobre el uso / integración de TAC por parte del profesorado	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Considero que las TAC tienen mucha utilidad.	0	0	30	46,7	23,3
Considero que las TAC tienen mucha importancia.	0	1,9	25,2	63,6	9,3
Utilizo algún tipo de TAC que ayude al proceso de enseñanza y aprendizaje como parte de la metodología de trabajo.	10	10	26,7	50	3,3
Considero que la incorporación y uso de las TAC ha cambiado la manera de trabajar.	10	13,3	16,7	56,7	3,3
Creo que el uso y la integración de las TAC contribuyen a mejorar la enseñanza de esta asignatura.	6,7	10	13,3	63,3	6,7
Considero que la incorporación de las TAC facilita el aprendizaje de esta asignatura.	0	13,3	20	66,7	0
Considero que la incorporación de las TAC contribuye a una mejor comprensión de esta asignatura.	10	13,3	23,3	53,3	0
Considero que, en general, la actitud que tienen los profesores del Centro a la hora de promover el uso y la integración de las TAC es activa.	6,7	10	50	33,3	0
Considero que a medida que aumenta la edad del profesorado disminuye el uso de las TAC.	6,7	10	26,7	53,3	3,3
Considero que la experiencia docente es un factor favorable al uso de las TAC.	0	10	50	36,7	3,3
Considero que el uso de las TAC contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas.	0	10	13,3	70	6,7
Considero que el uso de las TAC contribuye a una formación más flexible y práctica.	0	3,3	36,7	56,7	3,3
Considero que el uso de las TAC contribuye a una enseñanza más actualizada.	0	3,3	20	66,7	10
Considero que el uso de las TAC posibilita estudiar a ritmo propio.	6,7	10	53,3	23,3	6,3
Considero que el uso de las TAC posibilita la elección entre diferentes estilos de aprendizaje.	13,3	6,7	36,7	43,3	0
Considero que el género del profesorado afecta al uso de las TAC.	46,7	23,3	23,3	6,7	0
Considero que la disposición de tiempo libre del profesorado es un factor favorable para el uso de las TAC.	3,3	3,3	16,7	43,3	33,3
Considero que las TAC son una herramienta útil para el desarrollo de las matemáticas, pero únicamente como "asistente matemático", como un medio no como un fin.	0	3,3	40	46,7	10

De igual manera, a pesar de que sólo hay un 53% de los encuestados que manifiestan hacer uso de las TAC, un porcentaje muy elevado de éstos (86%) expresan que utilizan estos medios para preparar los materiales de las clases a impartir (ver figura 3), un 83% para preparar los exámenes y para realizar actividades y ejercicios.

FIGURA 3
Resultados, en porcentaje, de los usos que los docentes dan a las TAC



Es decir, podemos deducir que aquel profesor que utiliza las TAC, las utiliza mucho y en muchos campos (preparar materiales, exámenes, realizar actividades y ejercicios, etc.) aunque, en general, son pocos los docentes que declaran hacer un uso amplio de las TAC. Respecto al uso de Internet o *software* específico, resulta que un 40% está de acuerdo en utilizar Internet y un porcentaje más elevado, un 60%, en usar *software* específico y, sin embargo, un 33% no está de acuerdo tanto en una cosa como en la otra. Esta coyuntura pone de relieve que, a pesar de las posibilidades que ofrece la Red para la docencia de las matemáticas, el profesorado prefiere utilizar el *software* matemático antes que hacer uso de los recursos matemáticos presentes en Internet. Este hecho puede ser debido a que las posibilidades que ofrece Internet, en comparación con las de los programas informáticos, junto a la desventaja de que los alumnos "jueguen" con Internet en horas de docencia y distraiga su atención, hacen que el profesorado se decante por el uso de programas específicos más que por Internet. Asimismo, los principales usos que hace el profesorado del *software* matemático son, un 53% para estadística y un 43% para gráficas. Llama la atención que sólo un 27% utilice el *software* para resolver problemas, como asistente de cálculo, y, es más, un 47% manifiesta que están en desacuerdo para esta finalidad, cuando éste es uno de los principales usos del *software* matemático. Esto se puede deber a que, a pesar de los beneficios de que disponen los programas informáticos, éstos también poseen una serie de inconvenientes (como que los alumnos hagan un uso abusivo e innecesario de éstos empleándolos, por ejemplo, para realizar cálculos triviales) y el profesorado prefiere disminuir su uso como medida para hacer frente a estos inconvenientes. Estos resultados aparecen recogidos en la tabla II.

TABLA II
Resumen con los porcentajes de las variables referentes a las finalidades del uso de las TAC de los encuestados

Finalidades del uso / integración TAC en enseñanza	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Considero correcto que la programación de la asignatura incluya el uso de recursos TAC.	0	6,7	10	83,3	0
Utilizo las TAC en la preparación de materiales.	0	6,9	6,9	75,9	10,3
Utilizo las TAC en la preparación de exámenes.	0	6,7	10	73,3	10
Utilizo las TAC en la realización de actividades y ejercicios.	0	10	6,7	70	13,3
Utilizo programas concretos de Internet, animaciones... <i>on-line</i> .	0	33,3	26,7	30	10
Utilizo herramientas matemáticas de carácter amplio: Hoja de cálculo <i>Excel, Wiris, Derive, Mathematica,...</i>	0	13,3	26,7	56,7	3,3
Utilizo programas específicos de geometría, análisis, estadística, ... tipo <i>Cabri, Funciones,...</i>	13,3	16,7	30	40	0
Utilizo tutoriales y programas de autoaprendizaje.	16,7	30	26,7	23,3	3,3
Utilizo el <i>software</i> matemático para hacer gráficas.	0	10	40	43,3	6,7
Utilizo el <i>software</i> matemático para estadística.	10	10	26,7	53,3	0
Utilizo el <i>software</i> matemático para hacer simulaciones de ejercicios.	13,3	26,7	33,3	26,7	0
Utilizo el <i>software</i> matemático para resolver problemas, como asistente de cálculo.	13,3	33,3	26,7	26,7	0

De igual forma, la investigación pone de relieve que la incorporación de las TAC comportan una serie de obstáculos y dificultades (ver tabla III), en concreto, los principales problemas al incorporar estas herramientas que aparecen son: 1º) las caídas de la red de Internet (90%), 2º) la velocidad de la línea (77%) y 3º) la dispersión de información (70%). Sólo un 27% considera el idioma como un obstáculo. Esta circunstancia la podemos interpretar de dos formas: O bien el profesorado dispone de un dominio suficiente del idioma inglés para manejar sin dificultades el *software* (ya que el principal idioma del *software* matemático es el inglés) o bien el profesorado utiliza las versiones en español o catalán de los principales programas informáticos que maneja (opción esta última por la que más nos decantamos dado que los niveles en los que se ha realizado el proyecto es ESO y enseñanza postobligatoria no universitaria y en estos cursos son en los que la mayoría de *software* utilizado se encuentra traducido).

TABLA III
Resumen con los porcentajes de las variables referentes a los obstáculos y dificultades en el uso de las TAC

Obstáculos / Dificultades en incorporar / usar TAC	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La dispersión de información existente a Internet	3,3	13,3	13,3	56,7	13,3
La solidez (las caídas) de la Red	0	3,3	6,7	56,7	33,3
El idioma del <i>software</i> educativo matemático	10	13,3	50	26,7	0
La velocidad de la línea	0	3,3	20	46,7	30
La paciencia de los alumnos ya que éstos deben esperar a que el profesor acabe con las dudas de un alumno para pasar al siguiente	0	16,7	33,3	43,3	6,7
Requerimiento de un cierto conocimiento informático para manejar el <i>software</i>	3,3	16,7	33,3	36,7	10
Falta de <i>software</i> adecuado y adaptado al currículum de las asignaturas cuantitativas	3,3	23,3	26,7	36,7	10
Necesidad de un cambio en el rol del profesor: De depositario del saber a organizador del aprendizaje	3,3	23,3	23,3	40	10

Respecto a los retos y el futuro de la utilización de las TAC (ver tabla IV), queda claro que, en opinión de los encuestados, éstas pueden ser muy útiles para personas con discapacidades (80%) o ayudar en la flexibilidad del trabajo en horario y lugar (60%).

TABLA IV
Resumen de los porcentajes de las variables referentes al futuro del uso de las TAC

Retos / Futuro del uso de las TAC	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Utilizar exclusivamente material multimedia en los cursos <i>on-line</i> .	10	56,7	23,3	10	0
Realizar exámenes virtuales.	16,7	30	26,7	26,7	0
Realizar proyectos interinstitucionales.	0	10	43,3	33,3	13,3
Aumentar la atención a discapacidades.	0	0	20	66,7	13,3
Aumentar el trabajo en equipo.	0	0	53,3	43,3	3,3
Aumentar el trabajo flexible (en horario y lugar) y personalizado.	10	6,7	23,3	56,7	3,3
Aumentar el uso de recursos TAC –ya existentes pero que en la actualidad no se utilizan– en las matemáticas.	0	0	30	60	10
Incorporar nuevos recursos TAC que vayan surgiendo en las matemáticas.	0	3,3	10	80	6,7
Disminuir el uso de las TAC de lo que se hace actualmente.	16,7	56,7	20	6,7	0
No utilizar nada –o lo menos posible– las TAC.	33,3	43,3	16,7	6,7	0

Por el contrario, un 47% manifiestan estar en desacuerdo en realizar exámenes virtuales. Una manera de minimizar este porcentaje puede ser la de hacer exámenes virtuales personalizados a cada alumno, con el beneficio de que éstos pueden ser realizados ayudados por un *software* matemático (ver figura 4). 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.

FIGURA 4

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.

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)

Finalmente, respecto a los programas informáticos más utilizados, la situación es bastante preocupante ya que sólo Excel (53%) y la calculadora Wiris (30%) son los seleccionados. Sobre el resto de *software* cuestionado (Derive, Mathematica, Cabri, Mathcad, Matlab, Scientific Notebook, SPSS, Minitab, Statistic), los encuestados responden que hacen un uso bajo o muy bajo de éstos. Este hecho puede ser debido a que la mayoría de profesores de la muestra elegida imparten ESO y es posiblemente en cursos superiores en los que se utilizan otros programas matemáticos más especializados. Evidentemente, ésta es una situación que contrasta con la apreciación de los profesores realizada en el bloque 1 de la encuesta de que consideran a las TAC como importantes y que mejoran la docencia y, sin embargo, al preguntarles sobre el nivel de uso de las TAC (en el bloque 5), su respuesta es que hacen un uso escaso de éstas. Se impone, pues, en el futuro, como algo necesario y urgente, una apuesta clara por un incremento del uso de *software* matemático especializado.

5. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado algunos de los resultados más relevantes por lo que se refiere al *e-Learning* de las matemáticas, en concreto se muestran las diferentes acepciones y nomenclaturas de este concepto y nos centramos en su idea más amplia que comprende cualquier actividad educativa que utilice medios electrónicos para realizar todo o parte del proceso formativo dentro del ámbito de las matemáticas. Este innovador proceso formativo, caracterizado por las emergentes TAC, conlleva un esfuerzo importante por parte de todos los agentes implicados –estudiantes, profesores e instituciones docentes–. 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 con TAC. Por dicho motivo, resulta imprescindible desarrollar nuevos modelos de formación que se basen tanto en el uso de la tecnología como en la aplicación de nuevos enfoques metodológicos.

Asimismo también se han presentado los principales resultados obtenidos en el proyecto *M@thelearning*. Los datos aportados argumentan la afirmación de que el profesorado de matemáticas encuestado, en su mayoría, hace uso de las TAC, principalmente *software* matemático-estadístico (60%) – Excel y la calculadora Wiris– y, en menor medida, Internet (40%). Igualmente, consideran que dichas tecnologías son importantes y mejoran la calidad de la enseñanza ya que, entre otros motivos, permiten reducir el tiempo que los alumnos dedican al desarrollo de algunas destrezas tradicionales, pudiéndose ocupar más profundamente en el desarrollo de conceptos e ideas sobre cómo resolver problemas. Sin embargo, un porcentaje bastante elevado afirma que no utilizan algún tipo de TAC como parte de la metodología de trabajo y sólo un grupo reducido de profesorado se posiciona a favor de algún tipo de tecnología como parte de la docencia. Con lo que concluimos que, si bien los docentes consideran positiva la existencia de las TAC, la incorporación efectiva y los cambios metodológicos necesarios para ello no es tan real. A pesar de ello, el profesorado manifiesta que utilizan estos medios para muchas finalidades didácticas. Es decir, podemos concluir que aquel profesor que utiliza las TAC, las utiliza mucho y en muchos campos (preparar materiales, exámenes, realizar actividades y ejercicios, etc.) y el que no hace uso de éstas, no ha cambiado su metodología de docencia y utiliza las tecnologías poco o muy poco.

Por todo ello, es de esperar que en los próximos años se produzca un incremento significativo tanto en el nivel de uso de las TAC como en su nivel de integración dentro de los procesos de enseñanza y

aprendizaje, por ejemplo, en la evaluación, de tal manera que se produzca un cambio de la metodología en la docencia de las matemáticas. Esta transformación permitirá, entre otros aspectos, que los alumnos se involucren más en el desarrollo de su formación y realicen, mediante la experimentación con las TAC, sus propios descubrimientos matemáticos con lo que se conseguirá un aprendizaje más significativo.

Bibliografía

- ADELL, J. (2001). Los recursos tecnológicos serán un excelente complemento de la formación presencial, un recurso más del bagaje del profesor y un servicio de la institución que facilitará la vida a estudiantes y profesores. *Educaweb.com*, 8. <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/unisociedad/entrevista.asp> [Consulta: mayo 2010]
- ALBANO, G. (2005). Mathematics and e-learning: a conceptual framework. *Proceedings of the Fourth Conference of the European Society of Research in Mathematics Education (ERME)*. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/03/25/PDF/Giovannina-Albano-2005.pdf> [Consulta: mayo 2010]
- CASES, J. & TORRESCASANA, M. R. (2007). *Les TIC a l'educació infantil*. Barcelona: UOC
- CÓRCOLES, C., HUERTAS, M.A., JUAN A., SERRAT, 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*, 578-579.
- CORDÓN, O. & ANAYA, K. (2004). Enseñanza virtual: fundamentos, perspectivas actuales y visión de la universidad de Granada. <http://cevug.ugr.es/documentos/thales2.pdf> [Consulta: mayo 2010]
- CUYPERS, H., POELS, K., VERRIJDER, R., CAPROTTI, O., KARHIMA, J., PAUNA, M. & STROTMANN, A. (2005). State of the Art in Mathematical e-learning. *WebALT Consortium. WebALT Project Deliverable D1.1*. http://webalt.math.helsinki.fi/content/e16/e301/e304/D1.1.State.of.the.Art.in.mathematical.e-learning_eng.pdf [Consulta: mayo 2010]
- GARCÍA, F.J. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning. *Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información*, 6 (2). http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm [Consulta: mayo 2010]
- GARCÍA, A., MARTÍNEZ, A. & MIÑANO, R. (2000). *Nuevas tecnologías y enseñanza de las matemáticas*. Madrid: Síntesis.
- GARRISON, D. R. & ANDERSON, T. (2005). *El e-learning en el siglo XXI*. Barcelona: Ediciones Octaedro.
- HENDERSON, P. (2005). Mathematics in the Curricula. *SIGCSE Bulletin Maths*, 2, 20-22.
- JUAN, A. & BAUTISTA, G. (2001). Didáctica de las matemáticas en enseñanza superior: la utilización de software especializado. <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107030/mates.html> [Consulta: mayo 2010]
- JUAN, A., DARADOUMIS, A., XHAFA, F. (2006). 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, USA
- JUAN, A., HUERTAS, M. A., 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.
- JUAN, A., HUERTAS, M. A., STEEGMANN, C. & TERRÁDEZ, M. (2006). Uso e Integración de las TIC en Asignaturas cuantitativas aplicadas: La experiencia de los estudios de informática y multimedia de la UOC. *Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información*, 7 (1). http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_07/n7_art_juan_huertas_steegman_terradez.htm [Consulta: mayo 2010]
- RAMÍREZ, E. & SANTOS, N. (2004). Recursos computacionales para la enseñanza aprendizaje de la matemática en la educación superior. <http://www.monografias.com/trabajos17/computacion-matematicas/computacion-matematicas.shtml> [Consulta: mayo 2010]
- SALINAS, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1-16. <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf> [Consulta: mayo 2010]

- SEVILLANO, M.L., PASCUAL, M.A. & BARTOLOMÉ, D. (2007). *Investigar para innovar en enseñanza*. Madrid: Pearson. Prentice Hall.
- SIGALÉS, C., MOMINÓ, J.M., MENESES, J. & BADIA, A. (2008). La integración de internet en la educación escolar española: situación actual y perspectivas de futuro. http://www.fundacion.telefonica.com/debateyconocimiento/publicaciones/informe_escuelas/esp/informe.html [Consulta: mayo 2010]
- STEEGMANN, C., HUERTAS, M. A., JUAN, A. & PRAT, M. (2008). E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: Oportunidades, retos, estado actual y tendencias. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 5 (2). http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/steegmann_huertas_juan_prat.pdf [Consulta: mayo 2010]
- VELÁZQUEZ, F., DOMÍNGUEZ, J., DUQUE, C., LORENZO, F., MARÍN, M., NOMDEDEU, R. & QUEVEDO, J. (2004). *Matemáticas e Internet*. Barcelona: Graó.