

RECURSOS DIDÁCTICOS *Matemáticas*

Recursos TIC en la enseñanza y aprendizaje del área de matemáticas

M. Mercè Santandreu Pascual*

**Definición y clasificación de recursos didácticos,
además de un listado de programas interesantes
para el área de matemáticas, páginas de Internet, etc.**

La incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje (E/A) de las instituciones educativas en los últimos años es ya una realidad de la que también se hace partícipe la educación matemática. Averiguar cuáles son los recursos con los que hoy contamos para el uso de la tecnología en la E/A de las matemáticas, es el objetivo del presente artículo.

Los expertos consideran que la tecnología es esencial para la E/A de esta materia, aunque hay que tener cuidado al usarla y nunca debe de reemplazar el papel de educadores y alumnos, por lo que el profesorado que la utilice, debe ser un profesorado experto y bien formado. Entre otras aportaciones, el uso de los recursos tecnológicos favorece un aprendizaje más eficiente en los alumnos e influyen sobre qué matemáticas enseñar y cómo hacerlo, son instrumentos de mediación en la construcción y estructuración del conocimiento matemático, suministran un nuevo ambiente de aprendizaje y hacen que la actividad que se desarrolla en el mismo sea diferente a cómo se trabajaría con lapiz y papel.

El interés suscitado por el avance de la tecnología se ha traducido en la proliferación de recursos para su uso en la clase de matemáticas (programas, páginas web de recursos y herramientas potentes para la creación de aplicaciones), ya sean comerciales, potenciados por las administraciones educativas o elaborados por el propio profesorado. Asimismo, son diversos los autores que han tratado de establecer clasificaciones de los mismos. Estas cuestiones son las que intentamos abordar a lo largo de este trabajo.

En las diferentes propuestas de reforma del currículum matemático en las comunidades autónomas españolas, y en otros países, se sugiere el uso de materiales y recursos didácticos como factor importante para la mejora de la calidad de la enseñanza, sobre todo en los niveles de Primaria y Secundaria. Estas propuestas vienen avaladas por instituciones prestigiosas como el NCTM¹, que ha dedicado diversas publicaciones al tema.

Siguiendo a Godino y Flores (2002), consideramos como material didáctico cualquier medio o recurso que se utiliza en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. En esta categoría incluimos, por tanto, objetos muy diversos: desde manuales escolares —en su versión escrita, grabaciones en vídeo, hipertexto, etc.— a los propios dedos de las manos, calculadoras, programas informáticos, etc. Estos autores clasifican los recursos didácticos en:

- **Recursos de ayuda al estudio:** Recursos que asumen la parte de la función del profesor (organización del contenido de enseñanza, presentación de problemas, ejercicios, conceptos, pruebas de autoevaluación, programas tutoriales de ordenador, etc.) Básicamente se incluyen aquí los manuales escolares, en sus diversas funciones (presentaciones magistrales o de cualquier tipo).

- **Instrumentos (semióticos) para el razonamiento matemático:** Objetos físicos tomados del entorno o específicamente preparados, así como materiales gráficos, textos, palabras, etc., que pueden funcionar como medios de expresión, exploración y cálculo en el trabajo matemático. Nos referimos a los instrumentos semióticos con el nombre

genérico de manipulativos, distinguiendo entre manipulativos tangibles, que ponen en juego la percepción táctil; y manipulativos gráfico-textuales-verbales, en los que participan la percepción visual y/o auditiva. Consideramos que también los gráficos, palabras, textos y símbolos artificiales matemáticos se manipulan, al igual que los programas de cálculo y graficación con dispositivos mecánicos o electrónicos. Tanto unos como otros desarrollan funciones semióticas, de representación de las técnicas y conceptos matemáticos, y, por tanto, son recursos simbólicos (sistemas de signos matemáticos).

Centrándonos en el segundo grupo de instrumentos, y más concretamente en los recursos tecnológicos, podemos decir que éstos “nos permiten plasmar la representación del conocimiento a través de formatos visuales, sonoros e icónicos; y a su vez se nos plantea el interrogante respecto a la fidelidad de esta representación, por un lado y por otro sobre si lo podremos expresar, y de qué manera la nueva representación puede inferir con su significado intrínseco” (Sarmiento, 2004: 159).

Cuando se trabaja o se utiliza un medio tecnológico, como puede ser el informático, para representar un “modelo matemático”, el conocimiento no es solamente el que se lee en la pantalla, éste “es el resultado de una construcción en el proceso de interacción con la máquina” (Gorgorio, Deulofeu y Bishop, 2000: 94). En este sentido es importante tomar conciencia de que el uso del material, de cualquier tipo, no puede comprometer toda la atención del alumno, desplazando la propia reflexión matemática. “Usar manipulativos en la enseñanza de las matemáticas es siempre un medio para un fin, nunca un fin en sí mismo” (Pimm, 1995: 13).

De todas maneras, y según Hernández y Soriano (1999: 46), “una matemática que se sustente en la reflexión y el pensamiento, partiendo de la práctica, de la exploración y la experimentación exige disponer de materiales variados”, para lo cual disponemos en el mercado de una amplia variedad de programas informáticos y recursos o herramientas que nos permiten construir el conocimiento matemático o ayudan al docente en sus tareas diarias, según del tipo de qué se trate.

Recurrimos a un intento de clasificación de los programas (software) y de las herramientas tecnológicas² (ver figura 1.1), atendiendo al tipo de aplicaciones informáticas utilizadas (instruccionales,

de información y comunicación), al tipo de tareas que han de realizar los alumnos (de memorización y práctica, de comprensión, de aplicación y multimedia) y a la modalidad, es decir, al tipo de software que hay de cada categoría (tutoriales, simulaciones, micromundos, etc.)

Esta clasificación divide las herramientas y recursos TIC, centrados en el ordenador en:

- **Programas de aplicación instructiva**, pensados para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Dentro de este grupo hay cuatro categorías: la primera corresponde a los tutoriales y programas de ejercitación que permiten tareas de reconocimiento, memorización y resolución de problemas; en la segunda se encuentran los tutoriales heurísticos, las simulaciones, los juegos heurísticos, los entornos de programación y la inteligencia artificial que realizan tareas de comprensión; en la tercera categoría ubicamos a los programas no diseñados inicialmente para la enseñanza, pero que en la práctica se están utilizando para esta finalidad, son: los procesadores de texto, las hojas de cálculo, generadores de gráficos, paquetes estadísticos y bases de datos. El último bloque lo configuran los programas multimedia, programas de plena actualidad en estos momentos.

- **Programas o herramientas para la información y la comunicación**, que no tienen un contenido específico y permiten la conexión entre ordenadores, ya sean locales o a través de Internet, abriendo nuevas posibilidades educativas para el área de Matemáticas. Entran en esta modalidad los programas relacionados con el acceso a la información, a bases documentales y de información, y las aplicaciones telemáticas como el uso de las redes de comunicación o la telepresencia.

En cuanto a los tipos de programas o modalidades tenemos:

- Los **micromundos** son sistemas en los que se desarrolla una semántica para un sistema formal compuesto por objetos primitivos, operaciones elementales y reglas para operar estos objetos, y un dominio del fenómeno que determina el tipo de feedback que produce el micromundo como consecuencia de las acciones y decisiones del usuario. Este ambiente de aprendizaje ofrece al principiante una experiencia orientada al descubrimiento y resulta atractiva por su carácter interactivo. Programas como Cabri-Geómetra y Derive entran en esta categoría.

- Los **sistemas de simulación** presentan al sujeto situaciones en las que es posible observar, de manera dinámica, lo que sucede en un fenómeno específico cuando se cambian algunos de los parámetros involucrados en él. Debido a que el software de este tipo apoya el aprendizaje por descubrimiento, en matemáticas son utilizados con frecuencia para propiciar el establecimiento de reglas y demostración de proposiciones y teoremas. Éste es el caso del sistema “MathCars”, “Eye-witness virtual reality: Dinosaur hunter”, o de programas que permiten introducir la noción de modelo probabilístico o el estudio del espacio vectorial.

TIPO DE APLICACIÓN UTILIZADA	CATEGORÍA SEGÚN TAREA	TIPO DE PROGRAMA (MODALIDADES)
INSTRUCTIVOS	De memorización y práctica	Tutoriales
		Programas de ejercitación
	De comprensión	Tutoriales Heurísticos
		Simulaciones
		Micromundos
		Lenguajes de programación
	De aplicación	Inteligencia artificial
		Procesadores de Texto
		Hojas de cálculo
		Paquetes Estadísticos
INFORMACIÓN I COMUNICACIÓN	Acceso a la información	Bases de datos
		Hipermédia
	Aplicaciones telemáticas	Enciclopedias
		Videojuegos
		Resolución de problemas

Figura 1.1. Elaboración propia a partir de otras aportaciones



"La enseñanza de la Matemática asistida por computadora" (<http://www.utp.ac.pa/articulos/ensenarmatematica.html>).

- La mayoría de **sistemas tutoriales** son sistemas en los que el sujeto recibe instrucciones y reacciones de guía por parte del sistema que pueden ser bastante restringidas, ya que están basadas en una referencia preestablecida sobre el sujeto y no en la evolución de su conocimiento. "Algunos de ellos, técnicamente muy bien realizados, con diseños de pantallas muy atractivos, pero con objetivos restringidos que llevaban únicamente a la mecanización. Otros con diseños de pantallas que no pueden competir con espectacularidad pero que consideran elementos valiosos de análisis de errores y experimentación" (Hits, 1991). Son programas tutoriales por ejemplo el "BUGGY" o el "Exploring languages".
- Los **programas de ejercitación y práctica** permiten reforzar las dos fases finales del proceso de instrucción: aplicación y retroalimentación, utilizando la técnica de la repetición. A través de este tipo de software, el alumno puede contemplar el estudio y comprensión de los conceptos a los que el profesor no podrá dedicarle más tiempo en el aula. Para que este software sea efectivo, es necesario previamente a su uso que el alumno haya adquirido los conocimientos de conceptos y destrezas que practicará. Son programas de ejercitación el "SYLVE", "SILEX" o el "Mickey Mouse".
- Los **lenguajes de programación** para el desarrollo y aprendizaje de conceptos. Hay muchos lenguajes de programación que ayudan a la exploración del desarrollo cognitivo como son el "BASIC", "Lenguaje C", "Pascal", "Cobol", "Fortran" y el "LOGO".
- La **inteligencia artificial**, como estrategia para el diseño de programas de ordenador (sistemas de expertos) que puede ayudar al proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Estos intentos buscaban de alguna manera automatizar el proceso de enseñanza. En este modelo, se pusieron muchas expectativas pero no tuvo demasiado éxito. El no tener en cuenta el papel del profesor, simplificar la complejidad del contenido matemático y del proceso de aprendizaje, junto con la dificultad que tiene este sistema para ser modelado, son algunas de las causas de ello.
- La **conexión entre ordenadores, ya sea para redes locales o a través de Internet**, ha abierto

nuevas posibilidades para la utilización de la tecnología en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Estas nuevas tecnologías permiten la telepresencia, las clases virtuales, la creación de ambientes para el aprendizaje colaborativo y las intervenciones de enseñanza a distancia. Se requiere una nueva conceptualización del proceso didáctico y otra manera de modelar el sistema que tenga en cuenta estas nuevas circunstancias.

A pesar de la clasificación presentada, en la práctica un programa de enseñanza puede o no pertenecer a una sola de las categorías.

Desde otra perspectiva, también podemos hablar de programas referidos a los temas de matemáticas. En este sentido, para Gómez (1997:7), "el tipo de programas de ordenador que se han desarrollado hasta el momento depende del contenido matemático involucrado. Mientras que para la aritmética y la estadística, los programas no han necesariamente avanzado en su aportación didáctica; en geometría, álgebra, precálculo y cálculo se puede considerar que ha habido progresos importantes".

En el **área de la aritmética**, el ordenador se ha utilizado básicamente para el desarrollo. Son muy pocos los programas que consiguen proponer entornos que vayan más allá de la ejercitación de habilidades y técnicas básicas y que buscan crear situaciones en las que se generan perturbaciones significativas del sistema didáctico.

Para el **álgebra y el cálculo**, se ha producido un mayor número de programas que buscan aprovechar el manejo de múltiples sistemas de representación, el aspecto dinámico de los sistemas y la interactividad para permitir que el sujeto viva una experiencia matemática diferente a la tradicional: que le permita explorar problemas, trabajar con situaciones más complejas y reales, y desarrollar una aproximación más intuitiva y empírica.

La **geometría** es un campo en el que se han realizado desarrollos importantes. Los programas permiten al sujeto ver y manipular los objetos matemáticos y sus relaciones dentro de esquemas inimaginables con el lápiz y el papel.

Las tecnologías revolucionaron la práctica de la **estadística**, los programas de ordenador existentes no han llegado todavía a ir más allá de simplificar el manejo de los datos. Se requieren programas que, a más de esto, le permitan al sujeto desarrollar sus competencias para seleccionar, combinar y analizar los métodos.

De los muchos programas y recursos TIC, y concretamente informáticos, que podemos encontrar, presentamos a continuación una pequeña recopilación³ de los mismos, clasificados en tres grandes grupos: **listado de programas** (software), **listado de páginas de recursos** (que incluyen enlaces interesantes a: más software, listados de recursos para matemáticas, y páginas personales de profesores donde también se ofrecen recursos para el área) y **descripción de herramientas (Wiris, Clic) o proyectos (Descartes, Aulanet) para la creación de recursos**.

- **Software para trabajar la Geometría**

PROGRAMA	DESCRIPCION	LOCALIZACION
Cabri	Programa concebido para trabajar la geometría. Permite estudiar en el plano todo tipo de propiedades y lugares geométricos. Es sencillo e intuitivo y fácil de utilizar.	Comercial o bajar una demo [http://www.cabri.com/fig/vindex.html]
CabriWeb	Pequeño tutorial de cabri que permite transformar una construcción creada por Cabri en un applet en unas páginas web.	Es un programa libre en fase beta. Disponible [http://www.cabri.net/cabriweb/index.html]
Cinderella	Asistente matemático para hacer geometría interactiva, para generar materiales Web, genera imágenes en formato postscript, permite trabajar en geometría no euclídea, etc.	Comercial o bajando una demo [http://www.cinderella.de/]
Centra.mat	Construcciones con modera. Hay figuras planas y espaciales. Se trabajan conceptos matemáticos curriculares: perímetro, área, ángulos, volúmenes.	En el PIE (Cataluña) [http://www.centra.mat.es/cap-contenidos/index.html]
Geomet	Applet de Java, muy completo, que permite hacer, entre otras cosas, construcciones de geometría dinámica.	Freeware, pero a veces no comerciales [http://did.mat.univ-bayreuth.de/index/index.html]
Geup	Programa de geometría interactivo, similar a Cabri y a Cinderella.	Comercial (bursato) o bajando una demo [http://www.geupnet/index_esp.html]
Dr Geo	Programa para hacer geometría al estilo Cabri. Sencillo y fácil de usar.	Distribución libre [http://didakt.sourforge.net/drgeo/] [http://jfdiet.sourforge.net/drgeo/]
Geometría	Sucesor del programa polyhedron. Programado en Java y con una versión comercial más completa.	Versión libre [http://geocentral.net/geometria/sgm.html]
Geoplano interactivo	Geoplano interactivo. Programas para ser usados desde la página web correspondiente.	Actividades didácticas en el geoplano: [http://metti.una.edu/ivm/servicios/sid_122_n_3_1_2.html]
Pitágoras	Con este recurso se puede trabajar de forma exhaustiva todo sobre Pitágoras: el teorema, números pitagóricos, aplicaciones, y otras aplicaciones de la escuela pitagórica.	En el PIE [http://www.stic.es/castela/3004003/sid_122_n_3_1_2.html]
Poly	Programa para explorar y construir poliedros. Se puede manipular poliedros sólidos de muchas formas. Se puede imaginar versiones planas (de aristas) para después reconstruirlas en forma tridimensional.	Programa libre, pero con limitaciones [http://www.peda.com/poly/]
Polyhedron	Programa geométrico diseñado para móviles. Contiene colección de ejercicios geométricos en 3D para ser resueltos interactivamente.	Versión libre [http://geocentral.net/polyhedron/]
Regla y Compás	Programa para generar sencillos applets geométricos interactivos. Programa siendo trabajado al enseñarse por un profesor colombiano.	Distribución libre (Beta) [http://matematis.una.edu.cu/rvty/]
Rotate	Programa para visualizar poliedros a partir de archivos ".rot" que se encuentran en la red o que se pueden diseñar.	Programa libre [http://www.silicon-alley.com/]
Tet triangle web	Programa que ofrece todo lo que se quiera saber sobre la geometría del triángulo, documentada con macros de Cabri.	Disponibles en [http://www.stic.es/~castela/tetweb/portalde.html]
SketchUp	Asistente matemático para hacer geometría parecido a Cabri.	Se puede descargar una versión libre en: [http://www.krypan.com/sketchup/]
Transformaciones	Es un conjunto de unidades diseñadas para trabajar rotaciones, simetrías, traslaciones, homotecias y construcciones. Creador del primer Premio en el concurso Matagata 2000.	Se puede encontrar en: [http://www.stic.es/~castela/matagata_2000/di/hotopendex.html]
WinGeo	Programa de Geometría que forma parte de un conjunto de distintos programas concebidos con el nombre de "Tecnasoft" ("software del profesor").	Distribución libre [http://math.cnet.es/edu/purani/]
Za.Li. Schöngemetrie, Ca.L Geometry Program	Programa de simulación de construcciones con regla y compás. Incluye imágenes de geometría. Ayuda a perfeccionar y automatizar a comprender las construcciones geométricas con círculos y líneas rectas.	Freeware [http://mathfury.ku.edu/lehdt/af/MOP/Thomas/gotmathen/our.html]

• Software para trabajar Álgebra, Funciones y Gráficas, y Geometría analítica

PROGRAMA	DESCRIPCION	LOCALIZACION
Derive	Asistente matemático que permite dibujar funciones, curvas derivadas, integrales, logaritmos, descomponer polinomios. Usometría analítica, factorial y factorial.	Comercial (hay licencias baratas para centros educativos) (http://www.derive.com)
Derivada	Programa para explicar el concepto geométrico de la derivada de una función en un punto, y de límite	Freeware (http://www.stec.es/~jagares/matemati.htm)
DFGraph	Programa para representar objetos bidimensionales, permite usar gráficas variando un parámetro. Se puede ver interpolación en el espacio.	Comercial (muy barato) (http://www.dfggraph.com/)
El Graphe Calculus	Programa para mostrar objetos 3D conceptuales en el cálculo. Familias de gráficas, ideas de cálculo y ecuaciones diferenciales	Libre (http://trao01.na/)
Función	Herramienta para estudiar las funciones	Freeware (http://www.stec.es/~jagares/matemati.htm)
Graphmatica	Programa para dibujar todo tipo de funciones (en coordenadas cartesianas, polares, paramétricas), curvas derivadas, integrales, etc.	Comercial (muy barato, hay licencias para centros educativos) o haciendo una demo (http://www01.pias.com/soft01/)
Isuplodon	Instrumento para la creación de dibujos exactos de la Geometría Plana de Euclides	Freeware (http://www.wuolff.uibg.gr/mathmat/MATHEMATICS/MAT.html)
Maple	Asistente matemático que permite realizar derivadas, integrales, sistemas de ecuaciones, operaciones de números y polinomios, y representación gráfica de funciones	Comercial (http://www.maplesoft.com)
MathCad	Programa mezcla de un procesador de texto y hoja de cálculo. Permite crear hojas de trabajo con matemáticas vivas. Algebras, ecuaciones, gráficos 2D, 3D se actualizan automáticamente cuando se modifica algún parámetro.	Comercial (http://www.mathsoft.com/mathcad/)
MathCad	Programa mezcla de un procesador de texto y hoja de cálculo. Permite crear hojas de trabajo con matemáticas vivas. Algebras, ecuaciones, gráficos 2D, 3D se actualizan automáticamente cuando se modifica algún parámetro.	Comercial (http://www.mathsoft.com/mathcad/)
Mathlab	Asistente matemático de cálculo simbólico orientado al algebras matricial	Comercial (http://www.mathworks.com/products/matlab/)
Math Type	Potente editor de ecuaciones. Versión profesional del editor de ecuaciones que hay en Microsoft word, con más prestaciones	Comercial (hay licencias más baratas para centros educativos) (http://www.mathtype.com/)
MathPad	Asistente matemático que permite realizar todo tipo de cálculos (derivadas, integrales, ecuaciones, polinomios, descomposición factorial, y) y representación gráfica de funciones	Licencias libres para la mayoría de versiones (http://www.mathpad.de)
NeCalc	Herramienta para visualizar matemáticas con rigidez. Al mismo tiempo de escribir una ecuación ésta se dibuja automáticamente. Permite gráficos 2D, 3D, sistemas de coordenadas, funciones numéricas, métodos simbólicos, ecuaciones, etc	Comercial (http://www.pacificr.com)
Win Plot	Programa para representar funciones de una y de dos variables. Permite desarrollar animaciones en función de un parámetro que varía.	Libre (http://math.enteo.edu/pwin/)

- Software para trabajar dibujo geométrico 3D, Frisos y Fractales

PROGRAMA	DESCRIPCION	LOCALIZACION
Excel	Hoja de cálculo del paquete Office de Microsoft. Permite el tratamiento de datos estadísticos, reducir gráficos a partir de los datos, resolver problemas de optimización, y reducir simulaciones de situaciones reales	Comprende lo a Microsoft (normalmente viene con el paquete Office)
Función de Distribución Normal. Gauss	Programa para ayudar a resolver y extender problemas que requieren la tabla de la función de distribución de Gauss	Freevase (http://www.stat.es/~jaguar/matemati.htm)
Montec	Programa simulador de muestras para una función de distribución normal	Freevase (http://www.stat.es/~jaguar/matemati.htm)
WinStat	Programa para tratamiento de datos estadísticos y para generar gráficos (forma parte del paquete de programas "Penwin Software")	Libre (http://math.ester.edu/parts)
Información Interactiva del Instituto Nacional de Estadística	Recurso on-line. Se pueden consultar datos estadísticos. Permite hacer consultas generalizadas y guardar los resultados en forma de hoja de cálculo	Acceso libre (http://www.inec.es) (http://www.inec.es/inec2001/pobenc/mtema.htm)
Institut d'Estadística de Catalunya	Serios estadísticos de las comarcas catalanas	Libre (http://www.idestat.es)
Minitab	Asistente estadístico para uso en ESO, Bachillerato y Universidad	En (http://www.vsaofit.nl/)
StarGraphics	Asistente para el trabajo en Estadística. Paquete profesional	En (http://www.stdgraphics.com)
SPSS	Asistente para el trabajo en Estadística. Paquete estadístico profesional	En (http://www.spss.com)
VUSAT	Asistente estadístico. Usoo para ESO y Bachillerato	En (http://www.vsaofit.nl/)

PROGRAMA	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN
Fractal	Programa para estudiar el conjunto de Mandelbrot, los conjuntos de Julia y todo tipo de fractales	Libre [http://img.mysw.com/e/cursos/fractal/fractal.html]
Kali	Programa en Java que permite generar 7 tipo de frisos y los 17 tipos de mosaicos a partir de un dibujo generador	Libre [http://www.geom.unn.edu/java/Calbedemo.html]
El más de los fractals	Tutorial muy interesante con varias secciones para trabajar el concepto de fractal, ver imágenes de generación de un fractal, relación de fractal con el mundo físico, etc	En: [http://www.stc.es/~icoron/proyectos/portal/01_mun_dels_fractals.html]
Mimo 2.2	Programa CAD para dibujos técnicos en 3D	Libre [http://pesso.warudo.fi/bitstream/mimos.html]
Pov-Ray	Programa de dibujo geométrico tridimensional por trazado de rayos. Utiliza coordenadas tridimensionales, los objetos geométricos se definen por su posición y medidas características, se puede trasladar, girar, se les asigna un color y textura, se crean patrones homogéneos, etc	Libre [http://www.povray.org/]
Te dimensión fractal la Costa Brava?	Trabajo realizado por una alumna de bachillerato de Cataluña. Explica que son las fractales, concepto de dimensión fractal, y aplicaciones.	En: [http://www.stc.es/castibarra/fractal/costa.html]

LISTADO DE PÁGINAS DE RECURSOS

PÁGINA	DESCRIPCION	LOCALIZACION
Aquí Matemáticos!	Web con informaciones, recursos y propuestas matemáticas para el alumnado de ESO y Bachillerato. Software de interés. Applets, enlaces, unidades didácticas. Museos de matemáticas. El problema del mes.	En: [http://www.atec.es/enlaces/matematicas/home.htm]
CalculusE	Espacio dedicado a las recreaciones matemáticas. Se renuevan cada tres meses.	En: [http://www.atec.es/~jarenol/index.htm]
Entretén Matemáticas	Páginas con propuestas lúdicas sobre Historia de la Matemática, chistes matemáticos, juegos de mesa, de cartas, problemas de lógica, series, etc.	En: [http://www.atec.es/~ethemati/]
METAMATRAVELLES	Página dedicada a descubrimientos matemáticos considerados curiosos o divertidos matemáticamente. Recursos para el cálculo mental rápido o para otros usos del álgebra.	En: [http://www.atec.es/~lbfagras/cuorios.htm]
Matemática Recreativa Interactiva	Página dedicada a la resolución de problemas, con propuestas muy variadas. También se ofrece la solución a los mismos contactando con el autor para solicitar la contraseña de dicha solución.	En: [http://www.atec.es/~efranco/]
OKMath	Portal con propuestas de actividades resueltas para los diferentes contenidos de matemáticas (funciones, cálculo, derivadas, ecuaciones, ...). Estas clasificadas por categorías: enteros, irracionales, selectividad y universidad.	En: [http://www.okmath.com/]
PNTIC	Web del MEC. Contiene diversas páginas con recursos de matemáticas	Matemáticas curriculares de matemáticas primarias [http://www.pntic.mec.es/programa/matematica.htm#mat] Recursos de aula en matemáticas [http://www.pntic.mec.es/recursos/secundaria/matematica/] Páginas profesionales elaboradas por profesores [http://www.atec.mec.es/recursos/paginas/matematica.htm]
ESCUELA OBERTA	Web del PIE de Cataluña. Muy completa, con una sección dedicada a los recursos y materiales para la E/A de las matemáticas.	En: [http://www.atec.es/enlaces/mates/index.htm]
ENLACES DE INTERÉS	Web del Gobierno Canario. Contiene un listado muy completo de páginas de recursos, de didáctica de la matemática, páginas temáticas, olimpiadas, historia, software, sobre fracciones,...	En: [http://ititit.edu.cas.rnautis.es/matematica/enlaces/enlaces.htm]

DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS Y PROYECTOS QUE PERMITEN LA CREACIÓN DE RECURSOS TIC

HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS
CLIC	El CLIC (http://www.xtec.es/educapoc/educlit/index.htm) es una herramienta para la creación de aplicaciones didácticas multimedia con casi 10 años de historia. A lo largo de todo este tiempo muchos educadores han usado este software para crear actividades en las distintas áreas del currículum. La web El racó del CLIC (http://www.xtec.es/recursos/educlit/) es un espacio para el intercambio de las aplicaciones hechas con CLIC, en el que actualmente se pueden descargar más de 300 paquetes de actividades creadas por equipos de profesores de distintos países y comunidades. Las actividades están ordenadas por materias, por niveles educativos o por idiomas. Uno de los paquetes de actividades está dedicado a las matemáticas, contiene un índice muy interesante y abundante de aplicaciones para esta asignatura: Actividades CLIC-matemáticas (http://www.xtec.es/recursos/educlit/matem/index.htm). Estas actividades también se pueden encontrar en el CD-ROM Sinera ("Sinera CLIC 2000") que edita el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, ver en: http://www.xtec.es/educapoc/educlit/educlit.htm . Este CD-ROM puede solicitarse en: sinera@xtec.es .
WIRIS	Wiris es un importante recurso didáctico. Es una herramienta matemática (una calculadora científica, simbólica y gráfica) que permite el trabajo conceptual. Calculadora accesible en línea a través de Internet, de la cual los usuarios del Educ365 y de la Xnet pueden hacer una versión para trabajar localmente. La web tiene una amplia gama de potencialidades, que van de la aritmética al análisis matemático avanzado y pasando por la geometría con la posibilidad de hacer gráficos interactivos. El Racó de la Wiris (http://www.xtec.es/formaciottic/recursos/wiris/educlit/index.htm) es una web, una "ventana abierta", donde se da a conocer el trabajo realizado por el profesorado con esta herramienta. Desde ella se puede acceder a la aplicación y a las unidades didácticas de Auladet de la Xnet, a las unidades propuestas o recuperadas por Mòdul per Mòdul S.L., empresa autora del programa Wiris , a las páginas web de actividades del profesorado de secundaria hechas con Wiris, y a otras propuestas nuevas. También hay un listado de unidades didácticas realizadas con Wiris . Auladet (http://www.aula365.com/auladet/) es un proyecto, una actuación del Departament d'Ensenyament y la Secretaria para la Sociedad de la Información que tiene como objetivo la creación de materiales curriculares basados en Internet. La web de Auladet o Internet a l'aula , contiene las Modals (Módulos unidades didácticas) de diferentes asignaturas, entre ellas Internet (http://www.aula365.com/auladet/internet/), mira unidades didácticas de matemáticas para ESO, que están diseñadas por ciclos y contenidos (números y medida, geometría, álgebra y funciones, y estadística). Así mismo dentro de auladet tenemos una recopilación de Unidades Didácticas de Educación Infantil, Primaria, ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos, seleccionadas en la primera convocatoria del Departament d'Ensenyament de concurso público para la selección de unidades didácticas que usen las TIC en las diversas áreas del currículum. De la página principal de Unidades Didáctiques (http://www.xtec.es/a365/unidades/index.htm) podemos acceder a las diversas asignaturas, entre ellas a la página que contiene todas las unidades didácticas de Matemáticas (http://www.xtec.es/a365/unidades/mat/index.htm).
AULANET	Software gratuito que se apoya en el applet Descartes, y que permite crear unidades temáticas basadas en dicho recurso. La herramienta es muy potente y se puede configurar al gusto del profesor. Está desarrollada por el programa de reservas tecnológicas del MEC. Desde su página principal (http://www.auladec.com/Descartes/index.htm) se puede acceder a las diferentes unidades temáticas (libros electrónicos de matemáticas para ESO y Bachillerato -estructurado por cursos-, a las aplicaciones (páginas desarrolladas por profesores para Descartes, extraídas por tema) y a diversas experiencias realizadas con Descartes en el aula. Este software se va mejorando continuamente (descartes, descartes 2, descartes 3), tanto en la flexibilidad del entorno como en su potencia.
DESCARTES	

CONCLUSIONES

De la exposición realizada en este artículo, podemos deducir que las TIC representan actualmente unos recursos de lo más completos con que cuenta el docente para facilitar tanto la enseñanza como el aprendizaje, ya que su utilización en la enseñanza de las matemáticas puede mejorar la calidad de la docencia y ayudar a alcanzar con mayor eficiencia los objetivos propuestos en esta materia; aunque se advierte de la necesidad de utilizarla correctamente, sin que ocasione un desplazamiento del profesor, de la reflexión matemática, suponga un elemento de distracción para los alumnos, ni sea un intento de automatizar la enseñanza. Por ello, se hace imprescindible que el profesorado esté bien formado.

Los beneficios y aportes de la tecnología en la educación matemática son claros. Permiten, entre otros: una participación más activa del alumno en la construcción de su propio aprendizaje, interacción entre el alumno y la máquina, dar atención individual al estudiante, crear micromundos para explorar y conjeturar, el desarrollo cognitivo del estudiante, control del tiempo y secuencia del aprendizaje por parte del alumno, que el alumno pueda aprender de sus errores mediante la retroalimentación inmediata y efectiva, abrir espacios en los que el estudiante pueda vivir experiencias matemáticas difíciles de reproducir con los medios tradicionales como el lápiz y el papel, que el estudiante pueda realizar actividades de exploración en las que es posible manipular directamente los objetos matemáticos y sus relaciones y en las que pueda construir una visión más amplia y más potente del contenido matemático. Pero sin duda, su mayor aporte es el hecho que "la interacción entre la tecnología, el profesor y el estudiante está cambiando la visión

que los actores tienen del contenido matemático y del proceso didáctico" (Gómez, 1997:13).

Aunque todavía queda mucho camino por recorrer, la clasificación de recursos expuesto a lo largo del artículo, en estos momentos evidencian la existencia de una variedad de herramientas suficiente para empezar a integrar las TIC en el currículum de matemáticas. En este sentido, será importante apoyar e incentivar al profesorado para que dé los pasos necesarios con la finalidad de lograrlo.

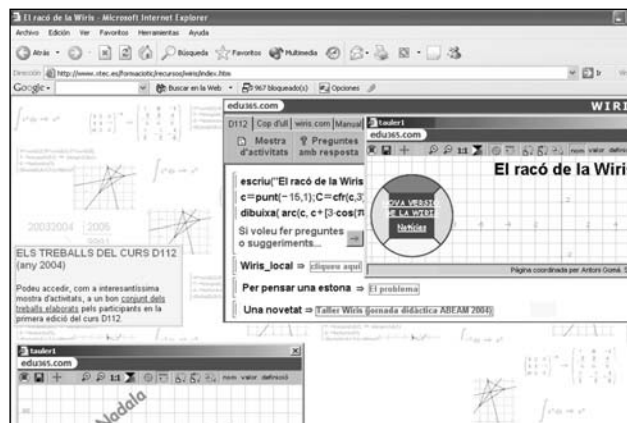
Destacar las aportaciones en la creación de materiales, la mayoría de veces desinteresadas, del propio profesorado del área, que ha hecho elevar el nivel de calidad de los recursos TIC existentes tal como se puede observar en los listados expuestos en este trabajo; y el esfuerzo de las diferentes Administraciones Educativas en acercar las TIC a los centros educativos, y en concreto al área de matemáticas desde las diferentes perspectivas descritas en este artículo.

Notas:

- 1.- National Council of TeACHERS OF Mathematics.
- 2.- Tomamos como base para la realización de esta clasificación las aportaciones de Marquès y Sancho (1987), Gómez (1997), Gros (2002), Alemán (2002) y Sarmiento (2004).
- 3.- Para la elaboración de esta recopilación, se ha utilizado como referencia el trabajo de Carlos Fleitas del IES Marqués de Santillana de Colmenar Viejo (Madrid), las páginas oficiales de la Consejería de Educación de la Comunidad Canaria, del MEC y de Cataluña.

* M. Mercè Santandreu Pascual. Profesora de Matemáticas del IES Ramon Berenguer IV de Cambrils y alumna de doctorado de Tecnología Educativa en la Universitat Rovira i Virgili (URV).

E-mail: msantan1@pie.xtec.es



"El racó de la wiris" (<http://www.xtec.es/formaciottic/recursos/wiris/activitats/index.htm>).

Bibliografía

- ALEMÁN, A. (2002). "La enseñanza de la Matemática asistida por computadora". En <http://www.utp.ac.pa/articulos/ensenarmatematica.html>.
- CODINA, A. (2000). "Elementos para la Reflexión acerca del Uso de la Computadora en el aprendizaje de Estudiantes de Bachillerato via resolución de problemas". Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN CANARIA (2004). "Enlaces de interés". En <http://nti.educanaria.es/matematicas/enlaces/enlaces.htm>.
- DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2004). "El racó de la wiris". En <http://www.xtec.es/formaciocic/recursos/wiris/index.htm>.
- DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2004). "Unitats didàctiques". En <http://www.xtec.es/aulanet/ud/mates/index.htm>.
- DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2004). "Internet a l'aula". En <http://www.edu365.com/aulanet>.
- DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2004). "El racó del Clic". En <http://www.xtec.es/recursos/clic/esp>.
- DE GUZMÁN, M. (1994). "Programas de ordenador en la educación matemática". En <http://www.mat.ucm.es/deptos/am/guzman/velamayor/ordenadoreducacion.htm>.
- FLEITAS, C. (2004). "Programas informáticos interesantes para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de secundaria y bachillerato". En <http://centros5.mec.es/ies.marques.de.santillana/matem/softw.htm>.
- GODINO, J. y FLORES, P. (2002). "Papeles instrumentales y semióticos de los recursos manipulativos en el estudio de las Matemáticas". En <http://www.ugr.es/~jgodino/papeles.htm>. Consulta 18-04-02.
- GÓMEZ, P. (1997). "Tecnología y educación Matemática". En *Informática Educativa*, nº 10, pp. 93-111.
- GORGORIÓ, N.; DEULOFEU, J. y BISHOP, A. (Coords.) (2000). "Matemáticas y educación. Retos y cambios desde una perspectiva internacional". Barcelona: Graó.
- GROS, B. (2002). "Del software educativo a educar con software". En <http://quadernsdigitals.net/articles/quadernsdigitals/quaderns24/q24presentacion.htm>.
- HERNÁNDEZ PINA, F. y SORIANO, E. (1999). "Enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas en Educación Primaria". Madrid: La Muralla.
- HIT, F.A. (1991). "Las microcomputadoras en la Educación Matemática". Segundo Simposio Internacional sobre Investigación en Educación Matemática.
- LUPIAÑEZ, J. y MORENO, L. (2000). "Tecnología y representaciones semióticas en el aprendizaje de las matemáticas". Universidad de Cantabria. CINESTAV del IPN.
- MARQUÈS, P. y SANCHO, J.M. (1987). "Cómo introducir y utilizar el ordenador en la clase". Barcelona: Graó.
- MEC (2004). "Descartes". En <http://www.pntic.mec.es/Dcartes/index.html>.
- MORENO, L. (1999). "Acerca del conocimiento y sus Mediaciones en la Educación Matemática". En *Revista EMA*, nº 4 (2), pp. 101-114.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (2000). "Principles and Standards for Mathematics". Reston (Virginia): NCTM.
- PIMM, D. (1995). "Symbols and meanings in school mathematics". London: Routledge.
- SALOMÉ, M. (2004). "Cuando el profesor se convierte en un ordenador". En *El País*, 19 de Enero de 2004. Madrid.
- SARMIENTO, M. (2004). "La enseñanza de las Matemáticas y las NTIC". Tesis doctoral inédita. Universitat Rovira i Virgili (URV).
- WERTSCH, J. (1991). "Voices of the mind: A sociocultural approach of mediated action". En SILVESTRI, A. (1993). "Voces de la mente. Un enfoque sociocultural para el estudio de la acción Mediada". Madrid: Visor.
- XTEC (2004). "Escola Oberta". En <http://www.xtec.es/recursos/mates/index.htm>.