



## Descartes: un proyecto para ver y hacer matemáticas

Juan Madrigal Muga

Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa (CNICE)

Ministerio de Educación y Ciencia

e-mail: [juan.madrigal@cnice.mec.es](mailto:juan.madrigal@cnice.mec.es)

página web: <http://descartes.cnice.mec.es>

### Antecedentes

Durante los últimos 20 años el Ministerio de Educación ha puesto en marcha numerosos proyectos para promover la utilización de las tecnologías de la información y de la comunicación como recurso didáctico. Desde el año 1985, en que se implantó el proyecto Atenea, hemos ido adquiriendo experiencia sobre cuáles aplicaciones resultan útiles en las aulas, analizando las ventajas e inconvenientes que presenta el uso del ordenador con los alumnos y las estrategias más convenientes para la implantación de las TIC en los centros, así como las dificultades que surgen en el desarrollo de las herramientas y los materiales para el aprendizaje.

Sin embargo, después de tantos años, la repercusión del ordenador en la educación no es comparable a la que ha tenido en todos los demás órdenes de la vida, sobre todo en aquellas actividades y profesiones en los que, como ocurre en nuestra profesión docente, la información es el elemento esencial. Los informes de la OCDE muestran mucho retraso en la utilización de las TIC como medio didáctico, en general en los países más avanzados y en particular en España.

El proyecto Descartes, cuya principal finalidad es promover nuevas formas de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas integrando las TIC en el aula como herramienta didáctica, aparece en el año 1999 con la intención de romper esa tendencia aprovechando las circunstancias que se dan tanto desde el punto de vista económico y tecnológico (abaratamiento de los equipos, aparición de las líneas de alta velocidad, utilización generalizada de Internet a bajo coste, etc.) como social (uso generalizado del ordenador y de Internet en nuestra sociedad) y, en particular, el interés de un alto número de profesores de matemáticas por las TIC. Al primer curso de Descartes convocado por el MEC en ese año se inscriben 250 profesores de matemáticas, en lo que entonces se llamaba territorio MEC; fue la única convocatoria en esas condiciones, ya que a partir del año 2000 todas las CCAA adquieren las competencias plenas en Educación y, como consecuencia, la decisión de convocar cursos de formación para profesores de las respectivas Consejerías de Educación.

### Integración de las TIC

Bajo la apariencia de un simple cambio de los medios didácticos, el proyecto Descartes pretende favorecer un cambio más profundo en la enseñanza de las matemáticas. No obstante, este cambio debe contar con la anuencia de los profesores, por lo que debe auspiciar una transformación pausada y progresiva de los medios didácticos, las metodologías, los objetivos y los contenidos del currículo. Podemos clasificar esta necesaria evolución hacia una utilización integrada de las TIC en la enseñanza de las Matemáticas en tres fases, a partir de la situación en la que nos encontramos en este momento de forma bastante generalizada.

### Situación actual

En la actualidad, la mayoría de nuestras clases de matemáticas se caracteriza por:

Usar los medios tradicionales: pizarra, tiza y la palabra.

Utilizar metodologías también tradicionales.

Comunicación uno a muchos. Los alumnos aprenden de forma aislada e individual, sentados frente al profesor, del que emana la información.

Todos los alumnos de la clase hacen la misma tarea y siguen los mismos pasos.

Se usa la estrategia descendente en las exposiciones; de la definición a las propiedades y los teoremas, luego la resolución reiterada de ejercicios y la resolución de problemas tipo.

Seguir los contenidos tradicionales: damos casi lo mismo que hace cincuenta años:

Mucho tiempo dedicado al álgebra.

La geometría se ve de soslayo.

La estadística no acaba de despegar.

### Fase 1

En esta fase es en la que se encuentran aquellos profesores que se animan a utilizar algunas veces los ordenadores con sus alumnos:

Supone un cambio de los medios didácticos. En algunas clases se usa el ordenador con programas como **Clic**, **Derive**, **Cabri**, la **hoja de cálculo** o **Descartes**, en sustitución de la pizarra y la tiza. Suelen hacerlo como refuerzo de las clases tradicionales; enseguida se dan cuenta de que en esas sesiones la palabra ya no es tan esencial, pero sí lo es que preparen la secuencia de actividades como ellos quieren. Es decir, lo mismo que hacían con su discurso ahora lo tienen que diseñar con el ordenador, pero no pueden hablar mucho porque los alumnos, si están frente al ordenador, no escuchan: la atracción de la pantalla es más fuerte que la de la palabra.

La metodología también se modifica: al cambiar la distribución de los alumnos y la comunicación con ellos, ya no trabajan de forma aislada. Cambian algunos aspectos ineludibles, no porque se pretendiera ese cambio (de hecho, muchos profesores se sorprenden de la diferencia de comportamiento de los alumnos en el aula con ordenadores), pero se intenta mantener la metodología tradicional: que todos vayan al unísono, que sigan los mismos pasos, que se lean lo que no se puede decir con palabras y que se siga un discurso casi idéntico al que se dice verbalmente, discurso descendente y tradicional, con pocas posibilidades de adaptarse a los distintos estilos de aprendizaje.

No hay aún cambio de contenidos, pero tanto los profesores como los alumnos se percatan de que algo hay que cambiar: hay contenidos que antes no se podían tratar, por su dificultad, que ahora son perfectamente abordables, y otros a los que había que dedicar mucho tiempo necesitan ahora mucho menos, o están obsoletos.

Esta es la fase que estamos promoviendo actualmente con nuestro proyecto; supone un salto importante para algunos profesores, casi insalvable para aquellos que permanecen reacios al uso del ordenador.

## Fase 2

Se trata de usar el ordenador con metodologías innovadoras, que prescindan del corsé tradicional que hemos sentido como alumnos y también como profesores. En la fase 1 se usa el ordenador igual que la pizarra, además de lo que contamos de palabra; es decir, un libro, electrónico pero, al fin, un libro, con metodología tradicional y discurso descendente.

Se trata de buscar nuevas fórmulas de comunicación entre el profesor y el alumno y de los alumnos entre ellos y con el exterior, usando como medio el ordenador, aprovechando las novedades que aporta el ordenador como la interactividad, la comunicación, los procesos automáticos, la rapidez, la calidad de presentación y la integración de medios y recursos; inventar una nueva forma de transmitir los contenidos actuales usando metodologías novedosas que permitan adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, que puedan ser moldeables por el profesor y que sirvan para que cada alumno pueda encontrar la mejor forma de aprender.

El aula, por primera vez en la historia, está abierta al mundo y el profesor no es el único agente transmisor de información, pero sí el que conoce a los alumnos y es capaz de diseñar el aprendizaje de cada uno de ellos. Las posibilidades son enormes; hay que enfocar el trabajo de una manera nueva, que permita a los alumnos aprender los conceptos y adquirir los procedimientos mediante esas actividades propuestas de forma interactiva.

El ordenador y este proyecto favorecen metodologías de todo tipo, pero principalmente hacen posible, en matemáticas, las metodologías constructivas, que con otros medios resultan mucho más difíciles o están más limitadas. Con ellas, el alumno es parte activa de su propio aprendizaje:

Mediante el uso de los materiales de Descartes, los alumnos pueden realizar actividades en las que tienen que intervenir y manipular en los elementos matemáticos para obtener sus propias conclusiones (**aprender haciendo**).

Pueden usarse actividades de ensayo y error para encontrar los conceptos o adquirir los procedimientos correctos (**equivocándose se aprende**).

*Aprendemos...*

*10% de lo que leemos*

*20% de lo que oímos*

*30% de lo que vemos*

*50% de lo que vemos y oímos*

*70% de lo que discutimos con otras personas*

*80% de lo que intentamos*

*95% de lo que enseñamos a otras personas*

WILLIAM GLASSERIN, *SEVEN WAYS OF KNOWING*

Pueden hacerse propuestas de trabajo cooperativo, generalmente de dos personas, o de trabajos en pequeño grupo, de forma que unos ayuden a los otros (**enseñando se aprende**).

Pueden plantearse materiales didácticos que faciliten el aprendizaje por descubrimiento (**el espíritu aventurero es un acicate para el aprendizaje**).

Pueden plantearse actividades de resolución de problemas (**la superación de obstáculos supone un estímulo para el aprendizaje**).

Se puede fomentar el trabajo autónomo, donde los alumnos puedan aplicar sus conocimientos y se sientan protagonistas de su progreso (**se aprende mejor aquello que interesa**).

Se puede ofrecer acceso a los recursos interactivos con acceso a la información que puedan necesitar integrando Internet, de forma natural, en el proceso de aprendizaje: [diccionarios](#), [enciclopedias](#), [lugares específicos con información relacionada...](#)

### Fase 3

Supone el cambio de objetivos y contenidos. Se producirá como consecuencia de la incorporación de los nuevos modos de aprendizaje; los medios serán diferentes, lo que cambiará la metodología y el currículo.

Igual que el microscopio permite estudiar partes de la biología que no estaban en el currículo antes de que existiera, el ordenador en matemáticas cumple la misma función: nos permite ver allí donde antes no veíamos nada y descubrir mundos desconocidos hasta ahora y que son accesibles con mucha facilidad. Desde luego, la investigación matemática, como contaba Miguel de Guzmán hace quince años, no se concibe ya sin el ordenador.

Lo que nos suele pasar a los profesores cuando se habla de la inutilidad y obsolescencia de determinados aprendizajes, como los algoritmos clásicos de las operaciones aritméticas, el cálculo de derivadas o la integración, es lo mismo que en su día ocurrió a los calculistas de la Edad Media.

*Cabe decir que en la Edad Media, realizar estudios sobre la multiplicación y la división era tremendamente difícil y había que asistir a la universidad y asistir a clases como si en nuestros tiempos quisiéramos realizar estudios de tercer grado, los misterios del cálculo sólo estaban destinados a unos pocos que se podían permitir el lujo de estudiar, aunque los buenos calculistas trabajaban de eso, de calculistas, para comerciantes y personas adineradas, que les controlaban sus ganancias o pérdidas, como lo fue **Fibonacci** (Leonardo de Pisa 1180-1250) o **Cardano**(1501-1576), que además de sus estudios en diversas áreas de las matemáticas, tenían un trabajo que era el que alimentaba a sus familias.*

JUAN GUIRADO GRANADOS, [ANÉCDOTAS Y PICARDÍA DE LOS CIENTÍFICOS: LA LEYENDA DE SESSA](#)

La aparición de una notación y unos algoritmos apropiados permitirían a los niños de la época hacer en unos minutos lo que los calculistas tardaban días en resolver. Es evidente que en una sociedad comercial-mercantil el cálculo aritmético ha sido esencial para la mayor parte de las actividades; por ello, durante muchos años, leer y las cuatro reglas eran el currículo elemental, mientras que el cálculo de logaritmos, derivadas o la integración permitían resolver problemas de ingeniería mediante tablas o procedimientos complejos de difícil aprendizaje, que utilizaban sólo los iniciados.

En nuestra sociedad tecnológica, en la que cualquiera que sepa usar un ordenador puede hacer cualquier operación matemática con absoluta fiabilidad y sin dificultad, no se debería incluir en el currículo los tediosos algoritmos aritméticos de las operaciones elementales, ni siquiera los métodos de derivación e integración, ya que los hacen las máquinas en décimas de segundo, por lo que una vez aprendidos se olvidarán por falta de uso. Sin embargo, la utilización del ordenador con hojas de cálculo, programas estadísticos u otros programas matemáticos, como el propio Descartes, tardará bastante en incorporarse al currículo.

### Diseño del proyecto

El proyecto Descartes se diseña en el año 1998 con el objetivo de ofrecer a los profesores y estudiantes de Enseñanza Secundaria [una nueva alternativa para enseñar y aprender Matemáticas](#), que aproveche las posibilidades que ofrecen las TIC para visualizar los conceptos, simplificar la adquisición de procedimientos y mejorar la actitud de los estudiantes hacia esta materia.

Para el diseño de este proyecto hemos tenido en cuenta la experiencia acumulada y las conclusiones de otros proyectos realizados. Nuestra primera premisa se basa en que cualquier proceso de innovación en educación debe contar con la aceptación de los profesores; por ello, en el diseño y desarrollo del proyecto hemos adoptado esta premisa como fundamental, de forma que todas las decisiones que se han ido tomando la han tenido como referencia principal.

Por lo tanto, a la hora de diseñar el proyecto se consideró que debían cumplirse las siguientes condiciones:

Las herramientas para generar materiales didácticos deben ser abiertas, es decir, servir para tratar la mayor parte de los temas del currículo de matemáticas.

Los materiales didácticos producidos deben ser interactivos, basados en la visualización y el movimiento de los elementos matemáticos.

La creación de materiales didácticos debe ser un proceso relativamente sencillo para un profesor de matemáticas con alguna experiencia con el ordenador; por ejemplo, uso de hojas de cálculo, programación o similares.

Los materiales didácticos que se obtengan con esas herramientas también deben ser abiertos, es decir, ofrecer a cualquier profesor la posibilidad de organizar las actividades y adaptarlas a la metodología que le parezca más adecuada para los alumnos a los que van dirigidas.

La adaptación de los materiales didácticos debe requerir poco tiempo al profesor, algo así como usar un procesador de textos.

La interfaz de los materiales didácticos debe ser muy intuitiva para los alumnos, muy sencilla de utilizar, y no interferir en el aprendizaje de los contenidos matemáticos ni dar lugar a que el alumno se distraiga y realice actividades ajenas a los objetivos de aprendizaje que haya definido el profesor.

Debe ofrecerse un conjunto numeroso de materiales didácticos que cubran la mayor parte del currículo de matemáticas, con distintos enfoques y metodologías, para que el profesor siempre encuentre algún material que pueda utilizar con sus alumnos.

Debe aprovecharse el trabajo realizado por cada profesor, de forma que los demás profesores puedan utilizar los materiales y documentación generados.

La difusión del proyecto y de los materiales elaborados debe hacerse de forma generalizada; cualquier profesor debe poder acceder a ellos con facilidad, sin coste económico y con bajo coste en tiempo.

Debe compensarse el esfuerzo que realiza el profesor para incorporarse a esta nueva forma de trabajo con créditos de formación y/o innovación a través de cursos a distancia.

### Decisiones iniciales: Java e Internet

El diseño se realiza en un momento en el que Internet comienza a despuntar en España y algunos centros de Enseñanza Secundaria comienzan a tener acceso a Internet a través de un módem, con bastantes limitaciones de velocidad, aunque todo apunta hacia un crecimiento generalizado de su uso, como efectivamente después se ha producido. Esto ayuda a tomar una de las decisiones más trascendentales del proyecto que permite satisfacer bastantes de las características deseadas: se decide utilizar las páginas HTML como soporte de los materiales didácticos. Eso supone:

Que la herramienta de desarrollo se realice en lenguaje Java, lo que denominamos **el nippe Descartes**, que es un generador de *applets* de Java que se insertan en páginas *web*.

Que el Ministerio disponga de un sistema de publicación, difusión y distribución universal y muy poco costoso (Internet).

Que los usuarios (alumnos y profesores) dispongan de un sistema de acceso, fácil de utilizar y barato (Internet).

Que se puede organizar la formación del profesorado con cursos a distancia, utilizando la propia red Internet.

Que la adaptación de los materiales didácticos se pueda realizar con un simple editor de páginas *web*.

Que quien lo desee pueda publicar sus materiales y difundirlos en la *web* de su centro, en su propia *web* o en la del CNICE.

### Desarrollo

El desarrollo del proyecto tiene marcadas cinco líneas bien diferenciadas que deben estar coordinadas:

**La herramienta.** Es la base del proyecto; el nippe (*núcleo interactivo para programas educativos*) Descartes se basa inicialmente en el programa Calcula, de representación gráfica de funciones. Se diseña teniendo en cuenta que lo van a utilizar profesores de matemáticas y que debe ser útil para tratar todos los contenidos del currículo. En 1998 Descartes1, en 2001 Descartes2, en 2003 Descartes3 y en 2006 DescartesA.

**Los materiales didácticos.** Se considera esencial que se pongan a disposición de los profesores materiales didácticos susceptibles de usar directamente en el aula. En el primer año se dispone ya de más de 100 unidades didácticas; en la actualidad hay más de 600 materiales didácticos disponibles, todos ellos confeccionados por profesores de matemáticas en activo.

**La web Descartes.** Es la mejor forma de difusión entre los profesores que se encuentran en la fase 1. Se ofrece toda la documentación que se genera en el proyecto: materiales didácticos, experiencias en el aula, materiales de formación, servicios de información, ayuda y comunicación. En el mes de octubre de 2006 nuestra *web* registró más de setecientos mil usuarios, con un crecimiento del 75% en el último año. Se conectan profesores y alumnos de todo el mundo, en particular de todos los países en los que se habla español.

**La formación de los profesores.** La forma de difusión natural entre los profesores españoles es la formación, que en este caso se hace a distancia con tutoría telemática. Hay dos cursos de Descartes que se han venido ofreciendo a las CCAA por parte del CNICE. En la actualidad estimamos que hay unos tres mil profesores de Matemáticas que han realizado alguno de los cursos a distancia o presenciales.

**La experimentación en el aula.** Es la clave de todo el proceso: todo lo demás está encaminado a hacer posible la experimentación. En los cursos de formación se propone un primer contacto, pero hasta el curso pasado no se realizó una experimentación continuada con un grupo numeroso de profesores y de alumnos en Andalucía, el proyecto EDA. Los resultados han sido muy satisfactorios: todos los profesores participantes desean continuar utilizando las TIC, con los materiales de Descartes en particular, de forma habitual en sus clases.

### El nippe Descartes

Descartes es un programa realizado en lenguaje Java, lo que se denomina un *applet*. Estos programas se caracterizan porque se pueden insertar en las páginas *web*. Existen en Internet numerosos *applets*; algunos son interactivos, es decir, permiten al usuario modificar algún parámetro y observar el efecto que se produce en la pantalla; pero lo que caracteriza a Descartes es que, además, es *configurable*, es decir, que los usuarios (profesores) pueden programarlo para que aparezcan diferentes elementos y distintos tipos de interacción.

El *applet* Descartes tiene una *programación* muy matemática para que a los profesores de esta materia les resulte fácil su aprendizaje y utilización. Es, realmente, un generador de *applets*. A cada una de las configuraciones que se pueden definir la denominamos *escena*.

El *applet* Descartes tiene como principal finalidad la creación de escenas interactivas con las que se pueden plantear actividades matemáticas relacionadas con la representación gráfica de funciones, las representaciones geométricas, la realización de cálculos con las operaciones aritméticas, representación de números, ecuaciones y expresiones matemáticas, la utilización de funciones y

también otros recursos informáticos como el uso de condicionales y algoritmos, y otras muchas funcionalidades que permiten realizar interacciones muy variadas de forma bastante sencilla.

La versión 3D ofrece la creación de escenas más complejas, con una mayor diversidad de elementos de interacción, además de permitir trabajar con los elementos de la geometría tridimensional.

### Las escenas de Descartes

Podemos definir una escena de Descartes como **una pizarra electrónica en la que subyace un sistema de referencia cartesiano interactivo**, en el que se pueden configurar y emplear todos los elementos habituales: origen, ejes, cuadrantes, cuadrícula, puntos, coordenadas, vectores, etc.

Sobre la escena se pueden representar curvas y gráficas dadas por sus ecuaciones, tanto en forma explícita como implícita; en particular, permite representar las gráficas de todas las funciones que habitualmente se utilizan en la enseñanza secundaria, tanto en coordenadas cartesianas como en paramétricas. Se muestran aplicaciones donde también se hacen representaciones en coordenadas polares.

Los elementos que intervienen en la definición de las ecuaciones pueden ser parámetros modificables por el usuario, lo que hace que las gráficas que se muestran cambien al modificar esos parámetros.

Dispone asimismo de una poderosa herramienta de cálculo que permite evaluar cualquier expresión matemática y escribir tanto la expresión como el resultado en la escena. Como ocurre en las representaciones gráficas, los elementos que intervienen en los cálculos pueden ser parámetros modificables por el usuario, lo que hace que los resultados que se muestran cambien al modificar esos parámetros.

También se pueden representar los elementos geométricos elementales: puntos, segmentos, arcos, vectores, planos, poliedros, etc. Como en los casos anteriores, estos elementos pueden depender de parámetros, de forma que la representación cambia cuando el usuario los modifica.

### Características educativas

**Participación de los profesores de matemáticas.** Tanto el *applet* como los materiales confeccionados con él han sido diseñados y realizados por profesores de matemáticas para profesores de matemáticas, lo que garantiza que el resultado se aproxime mucho a lo que demandamos para nuestras clases.

**Diversidad metodológica.** Las unidades didácticas no responden a un único esquema metodológico de uso, sino que se ofrece una gran variedad de metodologías. Cada autor ha tenido libertad para dar a sus unidades el enfoque metodológico que ha considerado más apropiado. Esto facilita el que todos los profesores encuentren alguna unidad con la que se identifican más, pero también pueden apreciar nuevas formas de enfocar los distintos temas del currículo.

**Amplio ámbito de utilización.** El conjunto de materiales desarrollados cubre un alto porcentaje del currículo de la Enseñanza Secundaria, por lo que los profesores de este nivel siempre encuentran alguna unidad que resulta atractiva y de interés para utilizarla con sus alumnos. Hemos observado, no obstante, que resulta también muy útil para el primer curso de universidad.

**Facilidad de utilización.** Cualquier profesor que sepa navegar por Internet puede utilizar los materiales didácticos de Descartes sin necesidad de aprender a programar el *applet*: puede usarlo como un libro electrónico interactivo.

**Difusión con formación.** Por fácil que sea la utilización de una herramienta o unos materiales es imprescindible que haya que dedicar tiempo a su estudio. Cualquier profesor que lo desee puede utilizar los materiales de los cursos de formación que hay disponibles libremente en la *web*; no obstante, las Comunidades Autónomas también pueden convocar esos cursos a través del CNICE.

**Adaptabilidad.** No es necesario utilizar los materiales tal como se presentan; cada profesor puede modificar el texto de la unidad, las actividades, las escenas interactivas o, simplemente, prescindir de ellas. Además, puede publicar en Internet su adaptación.

**Internacionalidad.** El *applet* puede usarse en distintas lenguas: las lenguas del estado español e inglés, por ahora; está preparado para que sea fácil la incorporación de otras nuevas. Los materiales didácticos están en castellano y dado que los contenidos matemáticos son similares en todos los países de habla hispana, los materiales resultan útiles en todos ellos, como lo demuestra la gran cantidad de peticiones que hemos recibido en la *web* para usar Descartes, la mayor parte de Hispanoamérica.

**Diversidad de uso.** Los materiales generados no sólo son útiles a los profesores de matemáticas, sino que también los pueden utilizar los alumnos directamente desde su casa, o incluso sus padres. Aunque los materiales se han diseñado para la formación presencial, también podrían utilizarse para formación a distancia.

### Modos de uso de Descartes

Podemos distinguir tres formas de uso de Descartes, según el conocimiento que se tenga de la herramienta.

**Para el alumno.** La forma más sencilla de usar Descartes es utilizar las páginas donde se hayan insertado las escenas. Es la que utilizarán generalmente los alumnos, o las personas que se acerquen por primera vez a esta aplicación. No se requiere

tener ningún conocimiento previo. Bastará con las indicaciones que se hagan en la propia página en la que se habrán señalado las actividades que se deben realizar.

**Para el profesor.** En este caso se necesita tener experiencia con algún editor de páginas *web*; puede ser un procesador de textos que permita editar este tipo de páginas. El profesor puede editar las que le interesen y modificar la propuesta de actividades, quitando, corrigiendo o añadiendo nuevas; esto no requiere más conocimientos que saber usar un procesador de textos. Si además ha practicado con las herramientas de configuración del *applet*, puede efectuar con facilidad pequeños cambios: colores, poner o quitar ecuaciones, puntos, segmentos, etc.

**Para el autor.** Para crear nuevas escenas originales se requiere tener un buen conocimiento de cada una de las **herramientas** del *applet*, para lo cual se aconseja seguir alguno de los cursos de formación que ofrece el CNICE o utilizar los materiales de autoformación que se ofrecen en el centro servidor.

## Servidor de Internet del proyecto Descartes

El servidor de Internet del proyecto Descartes cuenta, por el momento, con los siguientes apartados:

### Materiales para el aula

**Unidades Didácticas.** Da acceso a la relación de unidades didácticas desarrolladas en el CNICE con el nipe Descartes, que están clasificadas por niveles y cursos; aunque también ofrece un buscador que permite acceder a las páginas por su contenido, lo que facilita la localización de unidades que tratan un determinado tema.

**Aplicaciones.** Esta es la zona destinada a las aplicaciones desarrolladas por los profesores que quieran publicar sus trabajos. Está previsto incorporar las unidades didácticas que desarrollan los profesores-alumnos de los cursos. Hay que resaltar la calidad de los trabajos realizados por los alumnos de estos cursos, quienes en muchos casos han realizado unidades didácticas muy completas y con una presentación excelente.

**Miscelánea.** Aquí se encuentran herramientas matemáticas que son útiles por sí mismas, para que los profesores puedan diseñar actividades para sus alumnos. Frecuentemente la misma herramienta puede usarse para familiarizarse con un concepto, para investigar propiedades, para profundizar sobre un tema... Algunas están diseñadas específicamente para esta sección, y otras han sido extraídas de las unidades didácticas. En todo caso, se pretende ofrecer a los profesores y a los alumnos unas nuevas herramientas de aprendizaje.

**Experiencias.** Se pretende recoger en esta zona las experiencias llevadas a cabo por los profesores en el aula con sus alumnos, como las realizadas durante el periodo de formación en los cursos. Cabe destacar la experimentación llevada a cabo en el proyecto EDA en el año 2005.

### Materiales para la formación

**Curso básico: Materiales interactivos para el aula.** Se ofrece en este apartado un curso que, como su nombre indica, está destinado a todos los profesores, sea cual sea su experiencia con el ordenador, y enseña a utilizar los recursos de esta *web*.

**Descartes 2: Diseño de materiales interactivos.** En este caso se ofrece un curso que capacita para desarrollar aplicaciones con Descartes 2D. Se requiere tener experiencia con el ordenador.

**Descartes en el aula: Curso de ayuda a la experimentación en TIC.** Se trata de marcar unas pautas que favorezcan la utilización de las TIC como medio didáctico de manera continuada.

**Manual 2D.** En esta página se encuentra la documentación técnica de la versión **Descartes 2D**. Para las personas que tengan alguna experiencia en programación, esta documentación es suficiente para aprender a crear escenas.

**Manual 3D.** Presenta la documentación técnica de la versión **Descartes 3D**. Se precisa conocer la versión Descartes 2D, ya que la documentación parte de ese punto.

### Servicios de información y ayuda

**Presentación.** Es la página en la que se presenta el proyecto, cómo se ha gestado, su evolución, sus principales características y los planes de futuro.

**Novedades.** Es la página que contiene la información de los últimos materiales didácticos que se han colocado en la *web*, o algún aviso que se considere de interés para los usuarios.

**Buscador.** Permite localizar en Descartes los materiales didácticos relacionados con un tema dado.

**Instalación.** Permite descargar archivos ejecutables que instalan los materiales de la *web* en el ordenador local, de forma que puedan utilizarse los materiales didácticos sin necesidad de conexión a la Red.

**Ayuda.** Es un sistema de diagnóstico de las incidencias, que pueden ocurrir en cualquier ordenador, que impidan ver las escenas interactivas de las páginas de esta *web*.

**Mapa.** Presenta, en una página, los accesos a todos los contenidos de la *web*.

**LINUX.** En esta página se indica la forma de instalar los materiales didácticos en los ordenadores con este sistema operativo.

## Servicios de comunicación

**Correo.** Permite enviar un correo electrónico a los responsables de la página.

**Foro.** Es un foro público moderado que permite comunicarse con otros usuarios de Descartes.

**CD.** Muestra un formulario para solicitar el CD con el contenido de la web Descartes.

**Matemáticas.** Es la traducción de una *web* francesa de actividades y curiosidades matemáticas.

**Enlaces.** Muestra páginas de matemáticas con materiales didácticos interactivos, generalmente *applets*.

## Presente y futuro

En la actualidad se están utilizando las versiones 2D y 3D que ofrecen mayores facilidades de programación que la primera y disponen de un entorno más amigable y fácil de usar, a la vez que incorporan nuevas funcionalidades.

La versión 3D se ha desarrollado para que también pueda tener utilidad en la creación de actividades de física. Paralelamente al proyecto Descartes se está desarrollando con esta versión del *applet* un proyecto de física que se denomina **Newton**. Esta nueva versión incluye no sólo la representación tridimensional, sino que se han incorporado nuevas herramientas que permiten diseñar actividades más interactivas y mejorar los procedimientos y control de la autoevaluación del alumno.

Durante el curso pasado se ha llevado a cabo el proyecto **EDA 2005** (Experimentación con Descartes en Andalucía) en el que han participado 26 profesores en 24 centros de Enseñanza Secundaria, con resultados muy positivos. Cabe resaltar el interés de todos los profesores por continuar utilizando asiduamente Descartes, ya que a pesar de haber tenido que trabajar más que por el método tradicional, los resultados han sido muy satisfactorios: una mejora ostensible de la actitud de los alumnos, mayor y mejor trabajo en el aula, realización de muchos más ejercicios que en la clase tradicional, entre otros.

Durante este curso, la mayor parte de los profesores que participaron en EDA 2005 están haciendo extensiva su experiencia y van a concurrir de forma coordinada a un proyecto de innovación en el que plantean esta extensión. Por otra parte, otras Comunidades están organizando un proyecto semejante para llevarlo a cabo en el próximo curso. Este año se impartiría la formación en los contenidos de Descartes, y en el mes de septiembre se comenzaría la formación para la experimentación.

En este momento se está diseñando un nuevo *applet* para poder desarrollar actividades de manipulación algebraica, que es uno de los aspectos más difíciles para un alto porcentaje de alumnos de matemáticas. Ya hay un prototipo que hace vislumbrar una herramienta eficaz para que los alumnos puedan "jugar" con las operaciones algebraicas como lo hacen ahora con las gráficas de las funciones o la geometría.

El proceso de implantación del uso de los ordenadores es lento, pero progresivo. Cada vez más profesores se animan a usarlo, personalmente y con sus alumnos. No obstante, hay muchas dificultades para que la implantación sea generalizada. Con este proyecto pretendemos que aquellos profesores más motivados y con recursos suficientes en su centro educativo puedan comenzar a experimentar lo que ocurre cuando los alumnos usan estas tecnologías. Seguiremos trabajando para que esa experimentación aumente en extensión y en intensidad.

Considero que el camino emprendido es irreversible. El hecho de que no haya suficientes apoyos institucionales o de que parte del profesorado muestre rechazo sólo retrasará la incorporación de las tecnologías como medio de aprendizaje de las matemáticas. Espero que este proyecto contribuya a este cambio, tan complejo como necesario.



### Sobre el autor

**Juan Madrigal Muga** es catedrático de Matemáticas de Enseñanza Secundaria, diseñador y coordinador del Proyecto Descartes, realizado en el PNTIC (actual CNICE) del Ministerio de Educación y Ciencia, donde ha trabajado desde 1985 diez años como asesor, en tres periodos, que ha alternado con otros veinte años de docencia en IES. Sus principales trabajos en informática educativa los constituyen la formación de formadores, tanto en el diseño como en la impartición de cursos, y el diseño y desarrollo de software educativo, así como la puesta en marcha de los primeros planes telemáticos educativos y de la formación a distancia con medios telemáticos. En la actualidad es Consejero Técnico del CNICE, responsable del Departamento de Contenidos y Experimentación.



matematerialia

revista digital de divulgación matemática