

# LOS ORDENADORES EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Ángel Gutiérrez

Durante el siglo que termina este año hemos asistido a una creciente aceleración en el ritmo de cambio de todas las facetas de la vida y sociedad humanas, especialmente en las dos últimas décadas. Esto es cierto, en particular, para las matemáticas y su enseñanza. Es de sobra conocido el hecho de que la calidad y cantidad de los resultados matemáticos generados durante el siglo XX son mucho mayores que los generados en los milenios anteriores. Las ramas de las matemáticas existentes hace 100 años se han desarrollado, al tiempo que han surgido otras nuevas. Desde la aparición del primer ordenador electrónico (el ENIAC, terminado en 1946), éstos han tenido un papel fundamental en lo referente a especialidades como la estadística, teoría de números, fractales y caos, geometría diferencial, etc. Tan grande está siendo la influencia de los ordenadores en las matemáticas, que desde hace algunos años se está cuestionando el *sancta sanctorum* de éstas, el concepto de demostración, con la intención de abrirlo a nuevas técnicas de demostración de teoremas que aprovechen la potencia de cálculo de los ordenadores.

Evidentemente, el mundo de la enseñanza de las matemáticas no se ha sustraído a esa corriente de evolución y progreso, siendo creciente el uso que se hace en los centros docentes de ordenadores y calculadoras científicas y gráficas, gracias al aumento en la potencia de los aparatos de bajo precio producido en los últimos años (desde los primeros PCs, Apple II, Spectrum, etc. y las reglas de cálculo, hasta los actuales iMac, PCs con Pentium III o calculadoras TI-92) y al incremento en la disponibilidad de software educativo para todos los niveles de enseñanza. En este artículo comentaré algunos aspectos del uso de los ordenadores y calculadoras científicas, en particular gráficas, en las clases de matemáticas, observando el pasado reciente para plantear problemas o cuestiones sobre los que deberíamos reflexionar en el futuro. Para simplificar, en adelante la palabra ordenador se referirá tanto a éste como a las calculadoras.

Un ejemplo de cómo el uso de los ordenadores puede cambiar la forma de enseñanza lo tenemos en el análisis matemático de secundaria. Los profesores tienen a su disposición programas como Derive o Mapple que ayudan a usar con facilidad los diferentes sistemas de representación de funciones (textual, simbólico, gráfico y numérico) y a pasar de uno a otro. Tradicionalmente, la atención de las clases se dirige preferentemente hacia aspectos algorítmicos de transformación de expresiones algebraicas, representación gráfica, o métodos de cálculo de límites, derivadas e integrales. Sin embargo, la facilidad con que se consigue que el ordenador realice estos cálculos nos plantea el reto de saber cambiar el objetivo de la enseñanza, orientándolo a aspectos más conceptuales, reduciendo el tiempo de trabajo algorítmico rutinario (pero no

suprimiéndolo por completo), y aprovechando el ordenador para relacionar unas formas de representación con otras y profundizar en la comprensión de los conceptos puestos de relieve.

Otra dificultad tradicional que se puede resolver con la ayuda de los ordenadores es la de lograr que los problemas de matemáticas que plantea el profesor sean significativos para los estudiantes. La utilización de problemas y datos reales ayuda. La ventaja del ordenador está en liberarnos de la complejidad de los cálculos, pues los profesores ya no tienen que descartar un problema interesante sólo porque sea necesario resolver una integral que está fuera de las posibilidades de sus alumnos o porque la cantidad o tipo de datos haga demasiado largos los cálculos estadísticos. Actividades como modelización, búsqueda, análisis y comunicación de información, representación de procesos y fenómenos, estimación, o investigación de patrones adquieren una perspectiva nueva y están más fácilmente al alcance de las clases de matemáticas cuando disponen de ordenadores y software adecuado.

Encontrar problemas reales interesantes puede ser mucho más cómodo y rápido si buscamos en internet. Por ejemplo, en las páginas web de organismos oficiales españoles como el Ministerio de Economía ([www.meh.es](http://www.meh.es)), el Ministerio de Trabajo ([www.mtas.es](http://www.mtas.es)) o el Instituto Nacional de Estadística ([www.ine.es](http://www.ine.es)) podemos encontrar numerosos datos de diverso tipo. En lo referente a colaboración de los organismos oficiales con el mundo educativo, un ejemplo a seguir es el de EE. UU., la mayoría de cuyos ministerios y agencias tienen en sus páginas web secciones diseñadas para profesores y estudiantes, en las que se da información, se proponen juegos y se ofrecen a los profesores actividades listas para llevar al aula (visitar, por ejemplo, [www.ustreas.gov/kids/](http://www.ustreas.gov/kids/)).

Paralelo al cambio de objetivos y formas de enseñanza mencionado antes, debe producirse un cambio en las formas de evaluación, de manera que los estudiantes puedan usar las mismas formas de trabajo y dispongan de las mismas herramientas en clase y en los exámenes. Es de sobra conocido el problema planteado en los últimos años ante el uso de las calculadoras científicas, y más recientemente las gráficas, en las pruebas de acceso a la universidad, y la lucha subyacente entre los partidarios y detractores de las calculadoras. Se hace imprescindible resolver esta cuestión cuanto antes de manera que ningún estilo de enseñanza quede discriminado.

A pesar de los reconocidos beneficios del uso de los ordenadores en las clases de matemáticas de todos los niveles educativos, y de su creciente disponibilidad, en España todavía no se ha producido una modificación sustancial de los hábitos de enseñanza que favorezca su uso generalizado, sino que una mayoría de las clases de matemáticas de hoy siguen ancladas en las metodologías de pizarra y libro de texto, y se diferencian poco de las de hace algunas décadas. En este sentido, resulta significativo y sorprendente observar cuántos profesores de Secundaria que imparten al mismo tiempo clases de matemáticas y de las optativas de informática (en ocasiones a los mismos estudiantes) no usan nunca los ordenadores en las clases de matemáticas.

La situación ideal es que en cada clase de matemáticas hubiera ordenadores para todos los estudiantes, cosa imposible de momento por motivos obvios, pero no es difícil lograr que un centro tenga calculadoras suficientes para todos los estudiantes (numéricas en primaria y gráficas en secundaria) y, al menos, un ordenador con el software adecuado en cada aula. Si el actual Presidente del Gobierno Español cumple su promesa electoral de dotar a todos los centros docentes no universitarios públicos con un aula de informática conectada a internet, los profesores de matemáticas y los didactas tendremos el reto de aprovechar al máximo las potencialidades de la nueva situación, especialmente en primaria, donde el uso de ordenadores es actualmente muy reducido. Y ello no sólo por las posibilidades que ofrece internet, sino por el simple hecho de disponer de un aula de informática con software especializado para la enseñanza de las matemáticas. Las autoridades educativas no deberían olvidar la necesidad de acompañar la compra de ordenadores con una buena política de formación de los profesores [ :( ] y de puesta de recursos a su disposición (unidades de enseñanza, materiales complementarios, software, etc.) para que éstos puedan actuar con flexibilidad e imaginación. En estos momentos hay grupos de profesores que elaboran estos tipos de materiales para sus clases y los ponen a disposición de la comunidad docente. Por ejemplo, la página web de T3 España ([www.semcv.org/t3/t3espana.htm](http://www.semcv.org/t3/t3espana.htm)) ofrece numerosas actividades para calculadoras gráficas.

Por otra parte, tampoco debemos caer en el error de intentar basar las clases de manera intensiva y exclusiva en los ordenadores porque son la panacea que resuelve todos los problemas. Desde luego, ésta no es mi propuesta. Si un profesor dispone de diversos materiales didácticos para realizar un mismo tipo de trabajo, no debe mirarlos como competidores entre los que hay que elegir uno, sino como colaboradores, pues hasta el más maravilloso material didáctico imaginable, tanto tecnológico como manipulativo, tiene alguna limitación que es resuelta con facilidad por otro material. Es necesario, por tanto, que los profesores sepan tomar decisiones fundamentadas didácticamente sobre qué material educativo usar, cuándo usarlo y qué limitaciones tiene. En particular, esto es muy necesario respecto del hardware y software.

87

Antes de terminar este texto dedicado al uso de los ordenadores y calculadoras en la enseñanza de las matemáticas, no puedo dejar de hacer una reflexión sobre algunos aspectos sociales y de equidad. Los materiales didácticos de matemáticas tradicionales se utilizan en las aulas y es muy poco frecuente encontrar niños que los usen en sus casas. Sin embargo, los ordenadores han traspasado esa frontera y, en determinadas capas socio-económicas, son un elemento más, junto a la televisión y el equipo de música, usado a diario por los estudiantes con los más variados fines lúdicos, culturales y educativos. Esta situación abre la posibilidad de que el ordenador se convierta en un instrumento de discriminación de los estudiantes de matemáticas que no pueden usarlo en sus casas frente a los que sí lo tienen a su disposición. En este contexto, una función de las autoridades educativas, los centros de enseñanza y los profesores es reducir el impacto de esta fuente de discriminación, proporcionando a todos los estudiantes amplias oportunidades de acceso a los orde-

nadores para que todos ellos adquieran suficiente habilidad en su uso y puedan beneficiarse por igual de sus ventajas en el estudio de las matemáticas.