

MATEMÁTICAS REALES: EL SISTEMA CBL[®]

Puerta García, F.

La reforma de la enseñanza de las matemáticas, tanto en España como en otros países, insiste en la necesidad de que se establezcan conexiones de las matemáticas con el mundo real, utilizando modelos matemáticos que se ajusten a fenómenos naturales; por lo que la relación con las ciencias de la naturaleza y con la tecnología es una vía para dotar de significado a los contenidos propiamente matemáticos que queremos impartir.

Si prescindimos de los modernos medios de cálculo, es prácticamente imposible realizar este tipo de trabajo en la clase de matemáticas. Se les dice a los alumnos que tales o cuales funciones se utilizan en esta u otra rama de las ciencias, pero, en el mejor de los casos, solamente se puede trabajar con modelos muy simplificados y con ejemplos preparados que minimicen la dificultad de cálculo.

La disponibilidad de calculadoras científicas abre una puerta para que los profesores abordemos problemas tomados de aplicaciones reales, cuyos datos no estén previamente preparados. Pero, por un lado la inercia adquirida, y por otro la dificultad de realizar un análisis más elaborado de esos datos (análisis estadístico, regresión...), nos ha llevado a mantener una enseñanza tradicional (con la posible excepción de la estadística).

El advenimiento de los ordenadores personales, y sus *hermanas menores*, las calculadoras gráficas, ha cambiado totalmente la situación. Es posible utilizar programas de carácter general (como las hojas de cálculo) o específico para realizar el análisis de los datos y la representación gráfica. Está, a la vez que nos permite obtener una idea global del comportamiento de las magnitudes representadas, sirve para hallar gráficamente aquellos valores que no se han podido medir, o como punto de partida para hallar un modelo funcional que represente la situación.

La adquisición de esos datos a partir de la realidad plantea otros problemas. Por un lado la toma manual de datos exige un montaje experimental en el laboratorio, y por otro el número de medidas que se puede realizar es limitado, bien por el tiempo disponible para repetir la experiencia, bien porque el suceso evoluciona con mayor rapidez que la capacidad del observador para medir.

Existen muchos sistemas automatizados de adquisición de datos. Pero son demasiado caros y especializados o bien demasiado específicos, centrados en la medida de una sola magnitud. La tendencia más reciente en el terreno educativo es la de una interface conectada a través de una tarjeta a un ordenador personal. En sus puertos de entrada y salida se conectan diversos sensores (diseñados para medir las diferentes magnitudes) y la tarjeta envía los datos al ordenador, donde se almacenan para proceder a su tratamiento gráfico, funcional o estadístico. Un ejemplo puede ser el Personal Science Laboratory, introducido con fines didácticos por IBM hacia 1987.

El CBL (Calculator Based Laboratory, fabricado por Texas Instruments) es una interface de este tipo, con la diferencia de que no está conectada a un ordenador, sino a una calculadora gráfica probablemente, que desempeña el papel de unidad de control y de centro de proceso de datos. Al ser de pequeño tamaño y alimentado con pilas, el conjunto formado por calculadora, interface y sensores puede utilizarse en cualquier parte, especialmente en la propia clase de matemáticas, convirtiéndola en un auténtico laboratorio. Asimismo, nada impide que nos desplacemos con los alumnos adecuado para tomar los datos *in situ*.

La mayoría de las actividades que vamos a presentar¹ se pueden realizar en la clase de matemáticas sin apenas equipo experimental; una pelota de goma, un peso

1. V. «Real World Math with the CBL System» de Chris Brueningsen y otros. Texas Instruments, 1994.

colgado de un hilo o de un muelle, una jeringuilla, etc., constituyen el equipamiento que debemos emplear. En ellas aparecen de forma natural muchas de las funciones más usuales del currículo de matemáticas en los niveles de Secundaria.

1. Un sensor de presión conectado a un tubo de plástico introducido en un estanque da lugar a una función lineal, si recogemos los valores de la presión según la profundidad...
2. Se genera una parábola cuando una pelota rebota en el suelo, y representamos la altura que alcanza en función del tiempo.
3. Al comprimir el gas contenido en una jeringuilla, la relación entre el volumen de gas y la presión a que está sometido sigue una función de proporcionalidad inversa (hipérbola).
4. En la descarga de un condensador aparece una función exponencial decreciente, al representar el voltaje frente al tiempo.
5. La elongación de un péndulo considerada como función del tiempo describe una senoide. Sin embargo, si lo que consideramos son las velocidades, obtendremos una elipse.
6. Un sensor de temperatura mantenido a la intemperie durante 24 horas da origen a una gráfica irregular que pone a prueba la capacidad de interpretación de gráficas de los alumnos.
7. Tirando con una cuerda de un taco de madera que roza el suelo se observa que la tensión de la cuerda va aumentando de forma lineal con el tiempo, hasta que bruscamente decrece y se mantiene aproximadamente constante.

El interés de estas actividades no radica exclusivamente en que los alumnos vean que las funciones elementales que les presentamos en matemáticas tienen un significado muy concreto en la vida real, sino que la realización y el análisis de determinadas experiencias se puede considerar como una forma distinta de encuadrar el aprendizaje matemático. No sólo se justificaría la existencia y el uso de determinadas funciones elementales como modelos matemáticos de fenómenos de la naturaleza, sino que el mismo proceso de utilizar una calculadora gráfica para manipular los datos recogidos y los modelos matemáticos correspondientes exige del alumno el desarrollo de una notable serie de capacidades matemáticas.

Por ejemplo, al pedirles que ajusten una función a los datos obtenidos, si no conocen el modelo, el ejercicio consistiría en tratar de superponer la gráfica a la nube de puntos, lo que les obligaría a manejar muy bien las propiedades de la función correspondiente, y a conocer el efecto que tiene en su comportamiento la variación de sus parámetros.

Sin embargo, en otras actividades pondremos el acento en la *interpretación* de la gráfica. Por ejemplo, con la actividad número 7 deberían llegar a la conclusión de que la discontinuidad en la tensión de la cuerda ocurre en el momento en que se vence el rozamiento estático y el taco se pone en marcha.

Concluimos pues, que con sistemas de este tipo resulta sencillo presentar a nuestros alumnos unas matemáticas mucho más reales, con las que, a la vez, los ponemos en contacto con el método de trabajo científico, les aportamos conexiones con otras áreas de conocimiento y les permitimos aprender y ejercitar capacidades matemáticas esenciales, en un contexto motivador.