

CALCULADORAS Y SENSORES: LA MATEMÁTICA EN MOVIMIENTO

Jose Luis Lupiáñez Gómez
Universidad de Granada, lupi@ugr.es

Antonio Codina Sánchez
Universidad de Almería, acodina@ual.es

Resumen

En este trabajo analizamos el papel que la calculadora puede desempeñar en la enseñanza de las matemáticas, a través de un ejemplo de actividad en la que se emplean unos sensores que capturan datos reales del entorno y los transmiten para su estudio a la calculadora. Un punto central en esta reflexión es la necesidad de que el profesor de matemáticas planifique adecuadamente su labor docente para que el uso de estos recursos sea significativo y coherente con todo el proceso de enseñanza.

INTRODUCCIÓN

El incipiente desarrollo de las nuevas tecnologías está modificando substancialmente el entorno de la sociedad y, como consecuencia, nuestras actividades cotidianas. El ámbito educativo no es ajeno a este hecho, pero aún es necesario perseverar y profundizar en las discusiones acerca de cómo ha de llevarse a cabo una adecuada implementación de estas herramientas en el aula, para y ver cómo pueden adaptarse a los procesos de enseñanza y aprendizaje (Lupiáñez, 2000).

Ordenadores, Internet, calculadoras y otro tipo de recursos tecnológicos poseen un gran potencial para la educación en general, y para la educación matemática en particular. Pero no debe usarse este potencial como excusa para llevar al aula de matemáticas todo aquello que nos sorprende por su versatilidad; es necesario planificar con detalle qué uso queremos darle: qué competencias queremos y podemos desarrollar en nuestros escolares, qué tareas debemos diseñar para conseguirlo, y qué sistema de evaluación pondremos en práctica para medir ese desarrollo.

En este trabajo, ejemplificamos algunas de estas ideas describiendo algunas actividades que pueden desarrollarse en los últimos cursos de Educación Secundaria. Para ello, se emplean calculadoras gráficas, y unos sensores que se pueden conectar a ellas, y que permiten obtener datos físicos del entorno, como distancia, velocidad, temperatura, luminosidad o sonido.

CALCULADORAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

En 1996, Penglase y Arnold realizaron una revisión de las investigaciones acerca de las calculadoras gráficas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Uno de los resultados de este trabajo es que en gran parte de esas investigaciones, se constata que el uso de las calculadoras redundaba en ganancias para el conocimiento matemático de los estudiantes sobre funciones, las gráficas o para el desarrollo de visualización espacial. Pero este uso también puede crear obstáculos en aquellos estudiantes que tienen dificultades para relacionar conceptualmente los aspectos algebraico y gráfico en cálculo.

Como se declara, el empleo de las calculadoras también puede crear obstáculos, y uno de los argumentos que se esgrime habitualmente en contra del empleo de tecnología en la Enseñanza de las Matemáticas es que se abandona y olvida lo que se hace con papel y lápiz, y eso va en perjuicio de la calidad en la formación. Hay que entender la implementación de las tecnologías informáticas en la enseñanza de las matemáticas como un proceso de enriquecimiento, tratando de mejorar capacidades cognitivas, y no de sustituirlas.

Un uso de estos recursos sin la adecuada reflexión previa, puede introducir distorsiones en el proceso de enseñanza. Pero así como la escritura numérica no es un obstáculo para que el niño pueda realizar cálculos mentales, la calculadora tampoco tiene por qué jugar ese papel. La calculadora no tiene por qué desmovilizar la actividad cognitiva del estudiante, pero siempre es indispensable la reflexión previa del profesor acerca del uso que puede hacer de ella.

Es fácil constatar cómo han crecido el número de proyectos educativos que incluyen la calculadora como una componente para alentar a profesores e investigadores a incluirlas en sus actividades, estableciéndose proyectos y programas específicos para la formación de docentes y estudiantes de matemáticas (Rojano & Moreno, 1999). Varios curriculares, como los del MECD (2001) y los del NCTM (2004), expresan la necesidad de incorporar en el currículo de matemáticas un uso de las calculadoras que resulte adecuado para el desarrollo de determinados procedimientos rutinarios, en la interpretación y análisis de situaciones diversas así como en la resolución práctica de situaciones relacionadas con la naturaleza, la tecnología, o simplemente, con la vida cotidiana. De este modo, se afirma que los estudiantes pueden investigar aspectos matemáticos como el estudio de las magnitudes, centrándose los estudiantes en la toma de decisiones, la reflexión, el razonamiento y la resolución de problemas.

En este documento queremos mostrar la calculadora como una herramienta de modelización que permite al estudiante centrarse en la interpretación de lo que está realizando y que no se quede estancado en la realización exclusivamente sintáctica de cálculos repetitivos y tediosos.

LA CALCULADORA TI-84 PLUS Y LOS SENSORES CBR Y CBL-2: LA MATEMÁTICA EN MOVIMIENTO

La calculadora TI-84 Plus es una calculadora diseñada principalmente para el trabajo en Secundaria en matemáticas y ciencias, merced a sus variadas funcionalidades y a su versátil conectividad y actualización. Además de incluir todas las funciones básicas para las matemáticas de ese nivel, es posible cargar en la calculadora aplicaciones disponibles gratuitamente en Internet que permiten acceder a un gran número de temas educativos (TI, 2004). Además, es posible conectarlas a dispositivos adicionales que amplían aún más sus posibilidades, como ocurre con los sensores que aquí describiremos: el CBR y el CBL-2.

El sensor CBR

El Calculator-Based Ranger (CBR) es un detector sónico de movimiento compatible con la mayor parte de las calculadoras gráficas de Texas Instruments, que suministra la posibilidad de capturar y analizar datos reales fáciles de usar en el aula sin necesidad de programación. Trabajando conjuntamente con un sensor y una calculadora, los estudiantes pueden capturar, ver y analizar datos de movimiento extraídos de una práctica real, es decir, pueden modelizar experiencias físicas lo que supone una enorme ventaja con respecto a las tradicionales actividades con papel y lápiz (TI, 1997).

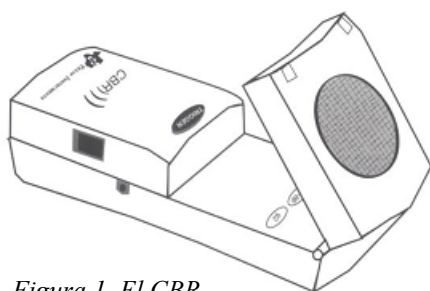


Figura 1. El CBR de Texas Instruments.

Así, el CBR relaciona nociones y procedimientos matemáticos y físicos tales como:

1. Distancia, Velocidad y Aceleración.
2. Gráficas de funciones: ejes de coordenadas, pendiente, corte con los ejes,...
3. Estudios de funciones lineales, cuadráticas, exponenciales, sinusoidales,...
4. Actividades de Análisis Matemático: Derivación, Integración,...
5. Métodos de captura de datos, análisis estadístico,...

El detector de movimiento envía una señal ultrasónica y posteriormente mide el tiempo que tarda dicha señal en volver después de chocar con el objeto más cercano. Pero el CBR además calcula la distancia al objeto (utilizando la velocidad del sonido), y halla la primera y segunda derivada con respecto al tiempo de los datos para obtener velocidades y aceleraciones del objeto. Toda esa información se manipula con un programa llamado **RANGE**, de muy sencillo manejo desde la calculadora.

El sensor CBL-2

El sistema Calculator-Based Laboratory 2 (CBL 2) es un dispositivo que junto con los sensores apropiados permitirá realizar modelizaciones mediante la toma de datos provenientes de diferentes fenómenos físicos, como fuerza, temperatura, luminosidad, sonido, o nivel de pH, entre otras magnitudes. El CBL 2™ funciona con el programa **DataMate** incorporado, y que es fácilmente transferible a la mayoría de los modelos de calculadoras de Texas Instruments. Este programa contiene la información básica necesaria para realizar un gran número de experimentos (TI, 2000).

Dependiendo del dispositivo conectado, el CBL-2 realiza distintas funciones. Así, si es el sensor de voltaje, podrán realizarse mediciones del voltaje de diferentes pilas; si el dispositivo es un sensor de luz, medirá la intensidad del haz de luz proyectada por una fuente, o si es un micrófono, pueden medirse el nivel de decibelios o la amplitud de ondas sonoras.

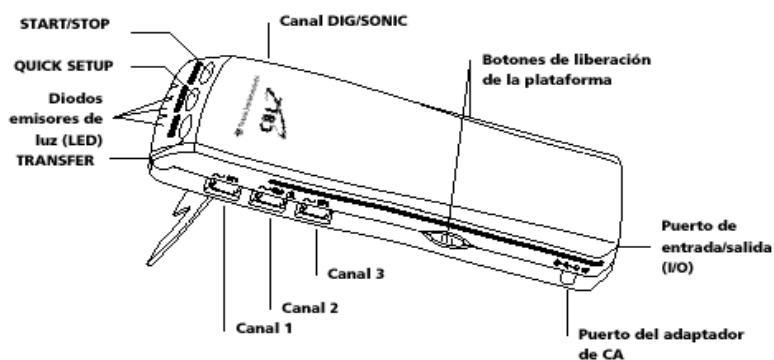


Figura 2. El CBL-2 de Texas Instruments.

UN EJEMPLO DE ACTIVIDAD CON EL CBR: “SIGUE MI TRAYECTORIA”

En esta actividad se busca poner en juego y evaluar el conocimiento de los escolares acerca de la información que suministra la representación gráfica de funciones. El tipo de funciones que se trabajan son lineales, y funciones definidas a trozos en las que cada uno de

los intervalos de definición representa una relación lineal. De esta manera, la actividad puede plantearse a partir de 3º de ESO, y está parcialmente basada en la propuesta de Texas Instruments (TI, 2000; pp. 13-16).

Uno de los experimentos que incluye el programa Ranger con el que se comunican el CBR y la calculadora, es el **Dist Match**, dentro del menú **Applications**.

En este experimento la calculadora muestra una gráfica que relaciona un espacio recorrido, con respecto al tiempo. Las unidades de medida de longitud pueden expresarse en metros o pies, y el tiempo se mide en segundos. El objetivo es que los escolares reproduzcan con su movimiento lo que indica la gráfica.

Al sujetar el CBR apuntando directamente a una pared y pulsando ENTER en la calculadora (figura 3), el sensor mide la variación de la magnitud seleccionada con respecto al tiempo, y se muestra esa variación en otra gráfica punteada cuando nos acercamos o alejamos de la pared con el sensor (figura 4):

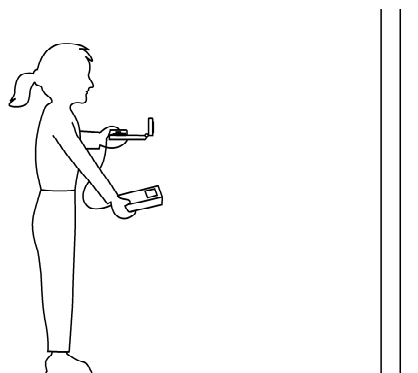


Figura 3. Preparación del experimento

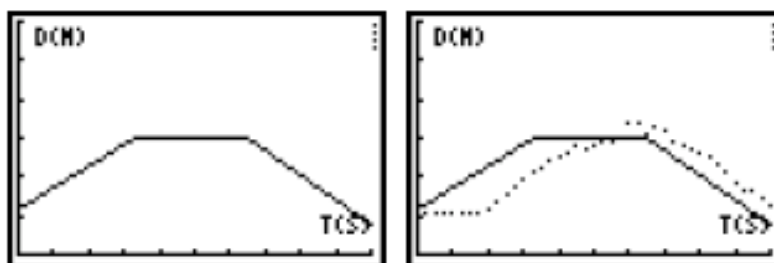


Figura 4: Siguiendo la trayectoria

Algunas de las cuestiones que pueden tratar de responder los escolares son:

1. ¿Qué propiedad se representa en cada uno de los ejes?
2. ¿Qué significan las marcas que hay en los ejes? ¿Qué miden?

3. ¿Dónde tendríamos que situarnos para comenzar correctamente el movimiento, y dónde deberíamos finalizar?
4. Si en un tramo la gráfica asciende ¿tendríamos que caminar hacia delante o hacia atrás?
¿Y en un tramo en que la pendiente sea plana?
5. ¿Podemos saber si debemos movernos deprisa o despacio?
6. ¿Qué distancia hemos recorrido en total?
7. ¿Podríamos hacer otro movimiento diferente que diera como resultado la misma gráfica?

Con esta actividad, los estudiantes pueden llegar a ser capaces de interpretar en términos de la realidad la información que hay en la representación gráfica de una función. A menudo, el trabajo con funciones se centra en producir la representación gráfica a partir de la expresión algebraica, pero en este caso, se promueven una serie de acciones encaminadas a profundizar en el estudio propio de una función representada gráficamente y de elementos característicos suyos, como los intervalos de crecimiento, los de decrecimiento y los constantes, la relación y escala entre los ejes, las unidades de medida, etc.

Por otro lado, los estudiantes manejan de manera práctica nociones físicas como la distancia, la velocidad, o el tiempo, y que generalmente no son más que datos estáticos en los problemas. Con este tipo de problemas los escolares se involucran directamente en la resolución de problemas. Además, si se usa un proyector en el aula para que todos puedan ver el desarrollo del experimento, se fomenta el debate y la participación colectiva de todos los escolares.

CONCLUSIONES

Aunque sin duda no deja de sorprendernos lo que se puede hacer con el uso de estos recursos tecnológicos, es necesario incidir en la necesidad de una planificación adecuada de estas actuaciones dentro de un plan instruccional coherente y bien diseñado. A la hora de planificar una o varias sesiones acerca de un tema matemático, el profesor debe realizar varios análisis, tanto sobre la matemática que será objeto de enseñanza, como desde un punto de vista cognitivo, pensando en cómo lograr un aprendizaje significativo en los escolares.

Carece de todo sentido emplear estos recursos en el aula con el único objetivo de renovar o actualizar nuestra labor docente. Todos los materiales y recursos que puede usar el profesor en su labor docente han de jugar un papel muy concreto en ese proceso. Como señala Gómez (2004), el éxito de su empleo depende de que el profesor diseñe y lleve a la práctica

el currículo de tal forma que la tecnología contribuya a que los escolares adquieran aprendizaje. El diseño de las actividades deberá surgir de una correcta planificación curricular con nuestro conocimiento de la tecnología dentro del contexto del problema que queremos abordar. Como parte de esa planificación, es necesario detallar los conceptos, procedimientos y sus relaciones que trabajaremos en el aula; definir qué competencias queremos desarrollar en los escolares acerca de ese conocimiento, y analizar qué recursos podemos poner en juego para lograr eficazmente ese desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Gómez, P. (2004). *Análisis didáctico y uso de tecnología en el aula de matemáticas*. Trabajo presentado en las X Jornadas de Investigación en el aula de matemáticas: Nuevas tecnologías de la información y la comunicación, Granada.
- Lupiañez, J. L. (2000) *Nuevos Acercamientos a la Historia de la Matemática a través de la Calculadora TI-92*. Granada: Universidad de Granada.
- NCTM (2004). *Principios y estándares para la educación matemática*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2000). *Real Decreto 3473/2000 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria*. Madrid: BOE.
- Penglase, M. & Arnold, S. (1996). The Graphics Calculator in Mathematics Education: A Critical Review of Recent Research. En *Mathematics Education Research Journal*, 8(1), 58-90.
- Rojano, T. & Moreno, L. (1999). Educación Matemática: Investigación y Tecnología en el Nuevo Siglo. En *Avance y Perspectiva*, 18, pp. 325-333.
- TI (1997). *Procedimientos iniciales con el CBR*. Dallas, TX: Texas Instruments.
- TI (2000). *Procedimientos iniciales del CBL 2*. Dallas, TX: Texas Instruments.
- TI (2004). *TI-84 Plus y TI-84 Plus Silver Edition*. Dallas, TX: Texas Instruments.