

El ordenador de mano (PDA, UMPC, Tablet PC) como recurso para investigar en el entorno¹

María Mercedes Rodríguez Sánchez

meros@usal.es

José María Chamoso Sánchez

jchamoso@usal.es

José Manuel Vacas Peña

jmvp@usal.es

Carmen Urones Jambrina

uronesc@usal.es

Departamento de Didáctica de la Matemática y
Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Educación, Universidad de Salamanca
España

Resumen

La utilización del entorno real para el aprendizaje de contenidos matemáticos se puede facilitar con el uso del ordenador de mano (PDA, UMPC, Tablet PC). eFieldBook es un programa que hemos diseñado con esos objetivos y permite que el ordenador pueda convertirse en una herramienta que pueda guiar las observaciones de los alumnos cuando realizan rutas matemáticas en el entorno, utilizar recursos multimedia y de otro tipo, acceder a bases de datos, realizar conexiones a internet, establecer conexiones con los compañeros y con el profesor o realizar fotografías, por ejemplo. De esa manera se espera que se facilite conseguir un aprendizaje significativo y que se mejore el rendimiento y la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de la matemática.

Palabras clave

Tecnología, entorno cotidiano, rutas matemáticas.

Abstract²

The use of real-world environment for learning mathematical content can be facilitated with the use of handheld computer (PDA, UMPC, Tablet PC). eFieldBook is a program that we designed with those goals and allows the computer can become a tool that can guide students' ob-

¹ Este trabajo fue presentado en la *XIV Jornadas para el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas* (XIV JAEM), realizada del 1 al 4 de julio de 2009 en Girona, España.

² El abstract y las key words fueron agregados por los editores.

servations when doing math routes in the environment, using multimedia resources and otherwise, accessing databases, Internet connections, connections with peers and with teacher or take pictures, for example. Thus it is expected to facilitate meaningful learning and achieving an improved performance and student attitude towards learning mathematics.

Key words

Technology, Everyday environment, Mathematical routes.

1. Introducción

Los docentes de Matemáticas no pueden olvidar su responsabilidad de formar ciudadanos en una cultura acorde con el estado de la sociedad actual. Durante la escolaridad obligatoria el estudiante debe ser instruido, junto con técnicas específicas de cada materia, en la cultura general que constituye la base del concepto actual del mundo. El objetivo principal es conseguir una formación integral del alumno por medio de un aprendizaje significativo con el que se espera mejorar su rendimiento y su actitud.

Esto se puede hacer mediante una forma de enseñanza abierta y participativa, cercana a la calle y al ciudadano usual. Para ello se pueden utilizar situaciones cercanas a la vida diaria que sean enriquecedoras, tengan en cuenta las experiencias previas y los diferentes intereses, y permitan organizar actividades para el disfrute, la motivación y el estímulo y para lo que también se puede utilizar la tecnología. De esta forma las Matemáticas se convertirían en algo cotidiano y familiar que se podrían encontrar en cualquier lugar y con lo que se espera que los estudiantes se dieran cuenta de que, lo que estudian en el aula, existe fuera de ella.

Específicamente se pretende:

- Conseguir que las Matemáticas sean parte de la vida real, de la sociedad y de la cultura.
- Acercar las Matemáticas, hacerlas útiles, interesantes, cotidianas y divertidas.
- Dar sentido a los contenidos matemáticos.
- Tener en cuenta la diversidad.
- Conseguir diferentes formas de presentar una situación.
- Fomentar el espíritu de innovación y creatividad.
- Facilitar la exploración y la expresión.

- Orientar y dar fluidez a las tareas.
- Conectar actividades.
- Desarrollar técnicas visuales y de recodificación.
- Desarrollar argumentaciones y razonamientos.
- Trabajar de forma cooperativa para construir relaciones sociales y organizar discusiones.
- Enseñar y aprender de forma diferente.

Para lograrlo se puede hacer uso del entorno cotidiano en forma de rutas matemáticas con apoyo de la tecnología donde se persiguen dos aspectos importantes: la posibilidad real de encontrar Matemáticas en el medio físico y su utilidad como recurso didáctico que permite extraer actividades para desarrollarse con los estudiantes. De esa forma se estarían integrando las Matemáticas en el contexto del alumno con el objetivo de aumentar su motivación y de conseguir que se adquirieran unos conocimientos más significativos y duraderos.

2. Acercar el entorno al aprendizaje mediante rutas matemáticas

Entendemos por ruta matemática a utilizar el entorno real para enseñar contenidos matemáticos. Mediante una observación exhaustiva y reflexiva del contexto cercano ya sea, por ejemplo, paseando por una calle, comprando en el supermercado o examinando un monumento, se pueden entresacar contenidos matemáticos enriquecedores (por ejemplo Chamoso, Cáceres, Azcárate y Cardeñoso, 2007; Chamoso, Graña, Rodríguez y Zárate, 2005; Chamoso, Fernández y Reyes, 2009; Chamoso y Rawson, 2003a, 2003b, 2004). De esa forma se espera que el estudiante muestre interés por tales contenidos, los aprenda de manera significativa e intente descubrir otras Matemáticas en su entorno extrayendo las aplicaciones que encuentre. Así las Matemáticas pasarían de ser algo extraño a formar parte de la vida real y de la existencia cotidiana.

Se debe ser consciente de que la vida diaria no está organizada como lo está un libro de texto, donde se cuida con especial esmero el orden didáctico de presentación de los contenidos, pero también se debe tener en cuenta que se debe preparar a los estudiantes para esa “desordenada” vida diaria porque es la que van a encontrar. Además se considera que esa forma de aprender Matemáticas permite que el estudiante sea protagonista de su propio aprendizaje y desarrolle hábitos de observación, análisis y reflexión sistemática de la realidad.

En esencia se trata de organizar una serie de actividades matemáticas que surgen a partir de objetos o situaciones que se encuentren en la calle o en un cierto

entorno concreto, normalmente fuera del aula, que faciliten a los estudiantes conseguir ciertos conocimientos, afianzar aprendizajes adquiridos y favorecer su generalización a diferentes contextos y realidades. Si esto fuera posible, la estrategia de enseñar y aprender Matemáticas utilizando el entorno real inmediato se convertiría en un recurso pedagógico de gran interés que los docentes deberían considerar. Los estudiantes dispondrían de múltiples ejemplos sobre la realidad para un mismo contenido, primeramente ofrecidos por su profesor y, después, descubiertos por ellos mismos. Así se facilitaría la comprensión y aplicación de los conceptos de diferentes maneras, y se incrementaría su interés y motivación.

Una ruta se puede plantear de distintas maneras como, por ejemplo, pasear y discutir sobre cualquier aspecto que se vea con relación a las Matemáticas; ir a sitios concretos, marcados previamente, para ver cosas determinadas; basarse en aspectos concretos como, por ejemplo, la proporcionalidad; identificar los objetivos de la unidad didáctica que se está trabajando y usar la ruta para conseguirlos o hacer la ruta, anotar lo que se descubra y, posteriormente, observar si se cumplen los objetivos iniciales.

Se pueden organizar rutas para presentar una unidad o para afianzar conceptos. O de muchas otras formas. Pero, si se decidiese trabajar de esa manera, antes de organizar la ruta sería fundamental tener en cuenta aspectos como las características y edades de los estudiantes a los que se dirija, la parte de las Matemáticas sobre la que se quiere hacer hincapié, el tiempo del que se dispone y las personas que van a supervisar el trabajo de los alumnos. Posteriormente habrá que organizar cómo se quiere desarrollar, si se hará de forma individual o en grupo (en este caso habría que considerar el número de miembros de cada uno de ellos), cómo se enfocará la supervisión, el material necesario y cómo se completará el trabajo de la ruta en sesiones posteriores en el aula.

Para que esta forma de trabajo sea realmente productiva es fundamental la labor del profesor quien debe realizar un trabajo previo y otro posterior en el aula. En concreto el docente deberá planificar cuidadosamente el objetivo de la ruta. Se considera necesario profundizar en el aprendizaje derivado de estas actividades a través del análisis, el razonamiento y la reflexión posterior. Por ejemplo las ventanas despiertan ideas de fracciones y porcentajes. Enseguida el profesor puede disponer de ejemplos de cómo expresar las fracciones de formas distintas en el aula, incluyendo actividades prácticas e ideas para realizar posteriormente investigaciones en el aula. También debe saber orientar las observaciones de los alumnos. Para ello se deben tener en cuenta los pasos siguientes: familiarización, realización, aplicaciones prácticas y extensión a las investigaciones. Los dos primeros se pueden dar en la ruta y los dos últimos en el aula aunque el tercero se puede realizar, o al menos iniciar, en la ruta. To-

das estas decisiones que el profesor tiene que tomar deben estar condicionadas por dos aspectos básicos: el desarrollo evolutivo de los alumnos y su nivel de conocimientos previos.

3. El programa eFieldBook

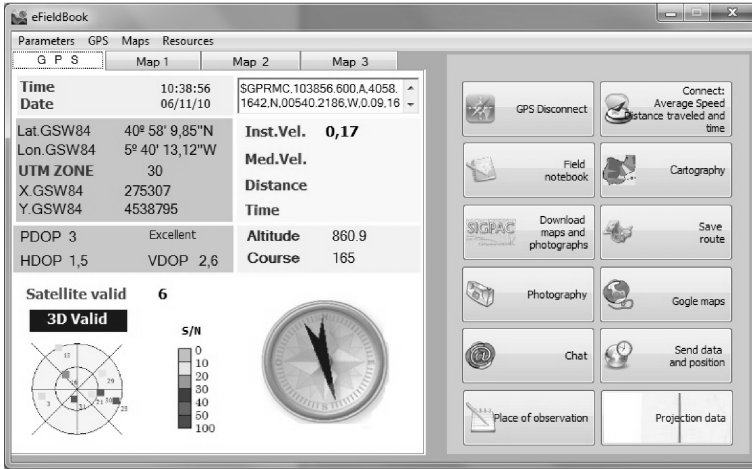
Para ayudar a introducir la tecnología en la realización de rutas matemáticas hemos desarrollado el programa eFieldBook (más detalle Vacas et al., en prensa) que, en su versión actual, permite flexibilidad para la toma de datos, el cuaderno de notas y las fotografías para que se pueda realizar de forma similar que con herramientas tradicionales.³ Además ofrece otras posibilidades, algunas configurables por el usuario, que pueden facilitar que esta herramienta se adapte a las características personales del que la utilice. Por ejemplo, guiar las observaciones de los usuarios utilizando, si parece apropiado, recursos multimedia por ejemplo, lo que le otorga un alto potencial didáctico; aumentar la seguridad de los datos del que lo utiliza al facilitar su envío y posición a intervalos regulares de tiempo; exportar los datos a otros programas como Word, Excel e incluso a paquetes estadísticos. Por otro lado, al facilitar la recogida y el análisis de la información hace que el programa pueda ser una herramienta para la investigación. Se trata de un proyecto abierto que se irá perfeccionando a lo largo de los años a partir tanto de la propia experiencia como de las opiniones de los usuarios.

3.1. Objetivos

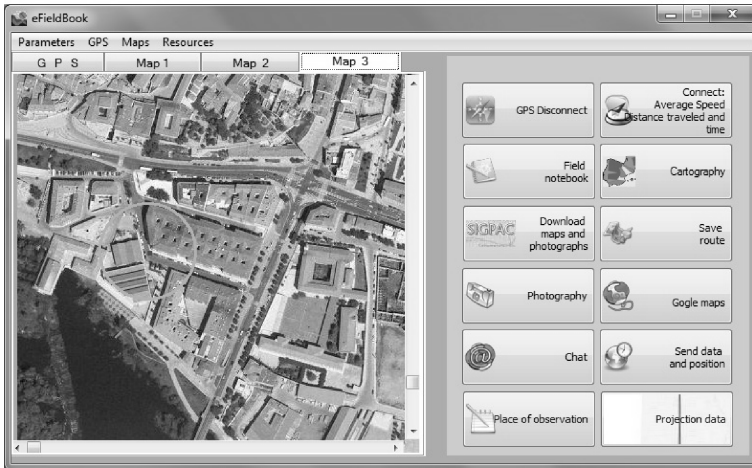
El objetivo fundamental por el que se creó fue aprovechar las posibilidades de la tecnología para favorecer las posibilidades de investigar en el entorno, en este caso cuando se realizan rutas matemáticas, y de fácil utilización. Además permite que cada usuario pueda tomar datos diferentes. En concreto posibilita el acceso a recursos como, por ejemplo, imágenes o fotos de cualquier tipo, cámara fotográfica digital, GPS, telefonía móvil y acceso a la red WWW por conexión de telefonía móvil o conexión Wi-Fi desde cualquier lugar que posibilita, por ejemplo, acceder a una base de datos personal o institucional (Figura 1). Algunas de sus posibilidades son:

- Enviar datos y posición a intervalos regulares.
- Exportar datos a Word y Excel.
- Guardar información con datos de localización en 3D.

³ Este programa se puede descargar gratuitamente en la página <http://web.usal.es/~jmvp>. Añadido por la Dirección de los *Cuadernos*.



a



b

Figura 1: Pantalla inicial del programa que muestra el menú y un TabControl con una página activa. En (a) se muestran los datos GPS y otras tres pestañas que muestran los mapas cuando son seleccionadas. A la derecha, botones con las opciones más utilizadas. En (b) Se ha seleccionado en el TabControl el Mapa 3. Si está conectado a un GPS, señala la posición geográfica del usuario. Los mapas 1 y 2 también indican la posición geográfica del usuario.

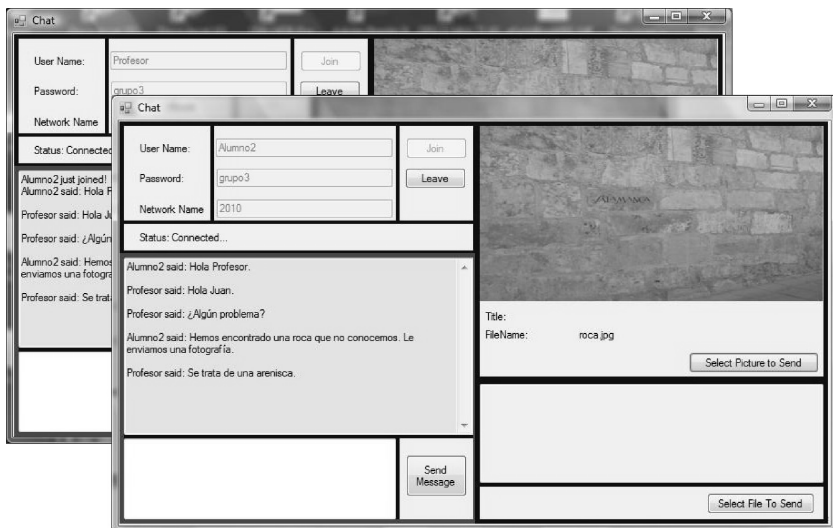


Figura 2: Muestra la pantalla de “chat”. Se pueden establecer tantas redes independientes como sean necesarias simplemente cambiando el nombre de la red.

- Guiar las observaciones, la toma de datos, y dar explicaciones con sonido y vídeo.
- Intercambiar información en tiempo real con otras personas, chatear y enviar o recibir imágenes y archivos (Figura 2).
- Facilitar información personal previa de cualquier tipo.

3.2. Lenguaje de programación y posibilidad de utilización

El programa fue desarrollado con Visual Studio 2008. El sistema de bases de datos propuesto es SQL y se utilizaron los dispositivos Tablet PC y UMPC. Funciona con Windows Vista.

3.3. Estructura del programa

La pantalla de inicio incluye un menú principal con las opciones Parámetros, GPS, Mapas, Recursos; un TabControl para poder acceder a los datos del GPS y a tres planos o mapas y un Panel con 12 botones que permite acceder a las opciones más utilizadas. A continuación se detalla cada uno de ellos.

Parámetros. Permite las siguientes opciones:

- **Importar y calibrar:** Permite importar y calibrar cualquier imagen o fotografía.
- **Exportar a PDA:** Permite dividir cualquier imagen previamente calibrada en trozos y calibrarla para poder ser utilizada en una PDA.
- **Transformación de coordenadas ED50-GSW84:** Permite calcular los datos en coordenadas geográficas y UTM.
- **Cuaderno de campo:** Permite crear fichas en una base de datos SQL en cada una de las cuales se recoge la posición, fecha y hora de la observación. Además tiene las opciones:
 1. **Barra de herramientas:** Permite acceder de unas fichas a otras.
 2. **Entorno:** Permite acceder a datos de texto e imagen.
 3. **Foto:** Permite acceder a la posibilidad de hacer fotos.
 4. **TabControl:**
 - **Dibujo:** Permite dibujar incluso sobre una foto importada.
 - **Descripción:** Permite escribir de manera similar a como se hace en un cuaderno, incluso a mano alzada.
 - **Estratigrafía:** Permite introducir datos que pueden ser modificados por el usuario para adaptarlos al objetivo que se pretenda, con opciones abiertas para que se pueda, por ejemplo, modificar el nombre.
 - **Tectónica:** Permite introducir fácilmente datos que pueden ser modificados por el usuario para adaptarlos a su objetivo, con opciones rediseñables.
 - **Otros datos:** Incluye 22 opciones rediseñables por el usuario.
 - **Tabla:** Permite mostrar los datos introducidos en una tabla y conservar cambios.
- **Editar Base de Datos:** Permite diseñar el cuaderno de notas con editores independientes para cada opción para que pueda ser modificado por el usuario.
- **Parámetros:** Permite modificar algunas propiedades del programa para adaptarlo al tipo de ordenador que se utilice y al usuario que lo maneje con las siguientes posibilidades:
 - **Puerto de comunicaciones.** Permite especificar el puerto de conexión del GPS (Com1... Com12) y su velocidad en baudios.
 - **Guardar recorrido:** Permite guardar el recorrido que se realice por distancia o tiempo.

- Enviar posición: Envía la posición del investigador, a intervalos de tiempo, en coordenadas UTM, junto con la fecha y hora.
- Puntos de estudio: Avisa acústicamente de que se está cerca de lugares de interés.
- Correo: Permite introducir la dirección de correo a la que se desea que se envíen los datos de posición seleccionados.
- Guardar recorrido: Guarda las coordenadas UTM, fecha, hora y altura de acuerdo con los valores que se hayan seleccionado en la opción Parámetros.
- Salvar recorrido: Ofrece la opción de guardar los datos del recorrido.
- Enviar datos y posición: Permite activar la opción del envío periódico de datos de acuerdo con los valores seleccionados en la opción Parámetros.
- Programa: Muestra datos sobre el programa y autores.

GPS: Conecta y desconecta el GPS al ordenador o a lo que esté asociado.

Mapas: Tiene las opciones:

- Mapa 1, Mapa 2 y Mapa 3: Carga planos, mapas o fotos que se hayan introducido previamente con las opciones de Mapa1, donde la imagen se centra en la posición que en ese momento indica el GPS; en la pestaña Mapa2, que ocupa toda la ventana y, en Mapa3, que incluye deslizadores que permiten que se desplace con un puntero o con el dedo si se trata de una ventana activa.
- Cartografía: Permite dibujar de forma similar a como se hace en un cuaderno de notas tradicional ya sea a mano alzada, con líneas y rectángulos de diferentes grosores y colores e incluso borrar lo que parezca adecuado.
- Descarga de imágenes y fotos: Permite descargar imágenes y fotos de diferentes servidores de Internet. Dispone de un ComboBox que posibilita seleccionar el servidor de internet de descarga. Tiene otras opciones como la posibilidad de elegir resolución de la imagen que se desea descargar.

Recursos: Tiene las siguientes opciones:

- Fotografía: Permite realizar fotografías si el ordenador dispone de cámara fotográfica.

- Reconocer escritura: Permite reconocer lo que se escriba a mano alzada e incluso exportarlo a la opción “Descripción” de la base de datos.
- Correo: Permite escribir y enviar directamente correo electrónico sin ningún otro programa.
- Buscar coordenadas: Permite buscar las coordenadas UTM de cualquier punto de un mapa o foto previamente calibrado.
- Proyección de datos: Permite proyectar datos previamente guardados en el cuaderno de campo de diferentes ocasiones o de diversos miembros de un grupo de trabajo y el cuaderno de notas donde se pueden proyectar, por ejemplo, puntos de observación.
- Chat: Permite chatear en tiempo real con varias personas simultáneamente y enviar una imagen o un fichero a los miembros de la red que estén conectados.

4. Conclusiones

Las rutas matemáticas ofrecen la posibilidad de utilizar el entorno como fuente de actividades matemáticas, como un recurso que contribuye a enriquecer la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en el aula. Su importancia radica, fundamentalmente, en tres aspectos relacionados: permiten descubrir que las Matemáticas son algo familiar y próximo a los estudiantes, favorecen un aprendizaje significativo de los contenidos matemáticos y estimulan el interés y la curiosidad de los alumnos para investigar Matemáticas. El primero de ellos contribuye a desmitificar la concepción tradicional de las Matemáticas como disciplina poco útil. Con el segundo se intenta conseguir que los estudiantes aborden los contenidos matemáticos de una manera más comprensiva, interrelacionada, cercana y estable. Y, con el tercero, se pretende luchar contra las actitudes negativas de los estudiantes hacia las Matemáticas. Sin embargo no se debe olvidar que una ruta matemática puede servir para sugerir ideas y aumentar la concentración en una programación corta pero no es más que un recurso entre los muchos existentes. Que cada docente lo utilice o no depende de su confianza en esta forma de trabajo.

El programa que se presenta permite guiar las observaciones y la toma de datos, (incluso con voz y video), dar explicaciones y proponer actividades a los alumnos a lo largo de un recorrido. Además añade una forma rápida y con diversas posibilidades de introducir datos y tenerlos a disposición para hacer todo tipo de cálculos y representaciones gráficas ya que pueden ser exportados a otros programas como Excel y Word. Incluso permite dirigir la observación

del alumno a lo largo de un recorrido y, por ejemplo, cuando se alcanzan puntos de interés seleccionados por el profesor, se puede facilitar información y proponer actividades que se pueden guardar para poder ser valoradas posteriormente por el profesor.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España, SEJ2007-61428/EDUC, y por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (España), SA116A07 y SA032A08.

Referencias

- Chamoso, J.; Fernández, I. y Reyes, E. (2009). *Burbujas de arte y geometría*. Colección Diálogos de Matemáticas. Madrid: Nivola.
- Chamoso, J.; Cáceres, M. J.; Azcárate, P. y Cardeñoso, J. M. (2007). *Organizando la estadística*. Colección Diálogos de Matemáticas. Madrid: Nivola.
- Chamoso, J.; Graña, B.; Rodríguez, M. y Zárata, J. (2005). *Matemáticas desde la prensa*. Colección Diálogos de Matemáticas. Madrid: Nivola.
- Chamoso, J. y Rawson, W. (2004). *Contando la Geometría*. Colección Diálogos de Matemáticas. Madrid: Nivola.
- Chamoso, J. y Rawson, W. (2003a). *Matemáticas en una tarde de paseo*. Colección Diálogos de Matemáticas. Madrid: Nivola.
- Chamoso, J. y Rawson, W. (2003b). *A vueltas con los números*. Colección Diálogos de Matemáticas. Madrid: Nivola.
- Vacas, J.M.; Chamoso, J.M. y Urones, C. (en prensa). The eFieldBook Program: A Teaching Resource for Geology. *Computers & Geosciences*.