

**ADA-Madrid**



# Relada

(Revista Electrónica de ADA)

**Vol. 6 (3) 2012**

ISSN: 1988-5822



## Guías interactivas creadas con Google Earth™ para la preparación y seguimiento del trabajo de campo en Ciencias de la Tierra

Miguel Gomez-Heras<sup>1,2</sup>. M<sup>a</sup> Inmaculada Martínez Garrido<sup>2</sup>.  
Pedro Castiñeiras García<sup>1</sup>. M<sup>a</sup> Belén Muñoz García<sup>3</sup>.  
Cecilia Pérez-Soba Aguilar<sup>1</sup>. Carlos Rossi Nieto<sup>1</sup>.  
Esther Sanz Montero<sup>1</sup>. M<sup>a</sup> Josefa Varas Muriel<sup>1,2</sup>.

Universidad Complutense de Madrid:

(1) Dpto. Petrología y Geoquímica. (2) Instituto de Geociencias (CSIC-UCM). (3) Dpto.  
Estratigrafía. C/ José Antonio Nováis 2, 28040 Madrid

[mgh@geo.ucm.es](mailto:mgh@geo.ucm.es)

**Resumen:** el trabajo de campo es parte esencial en la enseñanza de las Ciencias Naturales y en concreto de las Ciencias de la Tierra, puesto que la mayoría de las veces es la única manera de observar el objeto de estudio en su contexto. La literatura existente sobre enseñanza en el campo muestra la preocupación por optimizar el rendimiento educativo durante una salida de campo y garantizar su interactividad. Esto tiene una especial relevancia ya que las salidas de campo suponen un gasto significativo y a menudo sufren los primeros recortes cuando aparecen restricciones presupuestarias. Así, mejorar la eficacia de la enseñanza en el campo en Ciencias de la Tierra es una prioridad tanto desde el punto de vista educativo como desde el presupuestario. Este artículo muestra una iniciativa para optimizar el aprendizaje durante las salidas de campo a través del diseño de material de apoyo realizado con Google Earth™ con el objetivo de maximizar el aprendizaje desde la preparación del trabajo de campo.

**Palabras clave:** Trabajo de campo. Google Earth™. Enseñanza interactiva. Aprendizaje autónomo.

**Abstract:** Fieldwork is an essential part in Natural Sciences and specifically in Earth Sciences teaching, as most often this is the only way of observing the object of study in its context. The existing literature in fieldwork teaching shows great concern to optimize the learning environment during the fieldtrips and to guarantee its inherent interactivity. This is especially relevant as fieldtrips involve a significant cost and they often undergo the first cuts due to budgetary restrictions. Therefore, making field teaching more efficient is a priority in Earth Sciences both from the budgetary and educational points of view. This paper shows an initiative to optimize learning during fieldtrips by designing support material with Google Earth™, aiming to maximize learning from the preparatory stages of fieldwork.

**Keywords:** Fieldwork. Google Earth™. Interactive teaching. Independent learning.

## INTRODUCCIÓN

Una práctica de campo es, según la definición de Krepel y Durall (1981: p.7) una actividad docente en la que los estudiantes acuden al lugar donde el material educativo puede observarse y estudiarse en su contexto funcional. En la enseñanza de las Ciencias de la Tierra el contexto funcional del material educativo (por ejemplo, una serie litológica o una estructura geológica) se encuentra casi siempre lejos del aula, por lo que el trabajo de campo se convierte en una parte fundamental en la formación del alumno para la completa comprensión de los procesos y materiales geológicos.

La literatura educativa que existe en referencia al trabajo de campo muestra la gran preocupación que existe por optimizar el entorno de aprendizaje y garantizar la interactividad que es inherente a este tipo de actividad. Orion (1993) sugirió una estructura educativa para las asignaturas con contenidos de campo que incluye sesiones preparatorias y de revisión como una forma de mejorar el aprovechamiento de la sesión de trabajo de campo. La mayoría de estudios sobre el trabajo de campo se centran en el desarrollo de estrategias educativas durante la actividad misma. Recientemente, por ejemplo, se han publicado varios estudios sobre la introducción de *Personal Digital Assistant* – PDAs (Guertin, 2006), ordenadores personales (Vacas Peña et al., 2011) y sistemas portátiles de audio/video (Elkins and Elkins, 2006) para incrementar la interactividad, mejorar el aprendizaje independiente del alumno y reducir los periodos de “no aprendizaje” durante el trabajo de campo. Dentro de España ya hay algunas iniciativas para el uso de la web como apoyo a las actividades de campo en Geología que, a juicio de sus autores, están teniendo buena acogida (Brusi et al., 2011).

Sin embargo, hay pocas experiencias que incidan en el aprovechamiento del trabajo de campo a través de actividades educativas relacionadas con la preparación de la excursión por parte del alumno y las sesiones posteriores de revisión. En consonancia con la filosofía del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), es necesario extender este contexto de interactividad, mejora del aprendizaje independiente del alumno y reducción de los periodos de “no aprendizaje” a las sesiones de preparación y revisión del trabajo de campo del modelo propuesto por Orion (1993).

### **El uso de Google Earth™ en educación**

La aplicación Google Earth™ es una herramienta ampliamente extendida en la actualidad y que ha encontrado su espacio en la enseñanza de la geología (p.ej. Kluge et al., 2007; Department of Geological Sciences, San Diego State University, s.f.; Marshak, 2009) ya que ha puesto al alcance de docentes y alumnos una herramienta de fotogrametría, teledetección y observación del terreno a una escala global. Además, permite la adición de capas de información (cartografía, rutas, imágenes, etc.) que quedan incluidas en ficheros de tipo KML y/o KMZ que pueden ser distribuidos y abiertos por otros usuarios. El mismo sitio web de Google reconoce el potencial educativo de esta aplicación (<http://sitescontent.google.com/google-earth-for-educators/>).

Este sitio contiene una gran diversidad de herramientas y tutoriales con el objetivo de mejorar la interactividad en el proceso de aprendizaje.

La facilidad de acceso a esta aplicación favorece que pueda utilizarse como una herramienta altamente interactiva de aprendizaje autónomo por parte de los estudiantes, sin perjuicio de que pueda emplearse como parte de una actividad educativa guiada por un profesor. De esta manera, una guía interactiva generada a partir de archivos KMZ accesible para alumnos y profesores puede ser una herramienta que potencie y agilice la presentación de actividades de campo por parte del profesorado y para favorecer actividades de aprendizaje autónomo por parte del alumno, que tendría la posibilidad de consultar este material antes, durante y después de la sesión de trabajo de campo y por tanto mejorar el nivel de aprendizaje asociado. Además, esta aplicación permite a los alumnos acceder de manera virtual a zonas paradigmáticas, de difícil acceso y/o de escala global. Así las posibilidades didácticas se multiplican, al permitir a profesores y alumnos establecer analogías entre zonas de campo visitadas durante actividades curriculares y otras zonas que, de no ser a través de esta aplicación, no podrían explorarse. En este sentido, destaca el repositorio de archivos KML y KMZ creado por el departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad *San Diego State* (Department of Geological Sciences, San Diego State University, s.f.) donde se incluyen superposiciones de información geológica sobre Google Earth™ de lugares tan emblemáticos como el Cañón del Colorado, y de estructuras que por su tamaño o condición son difíciles o imposibles de visualizar en el campo

## **Objetivos**

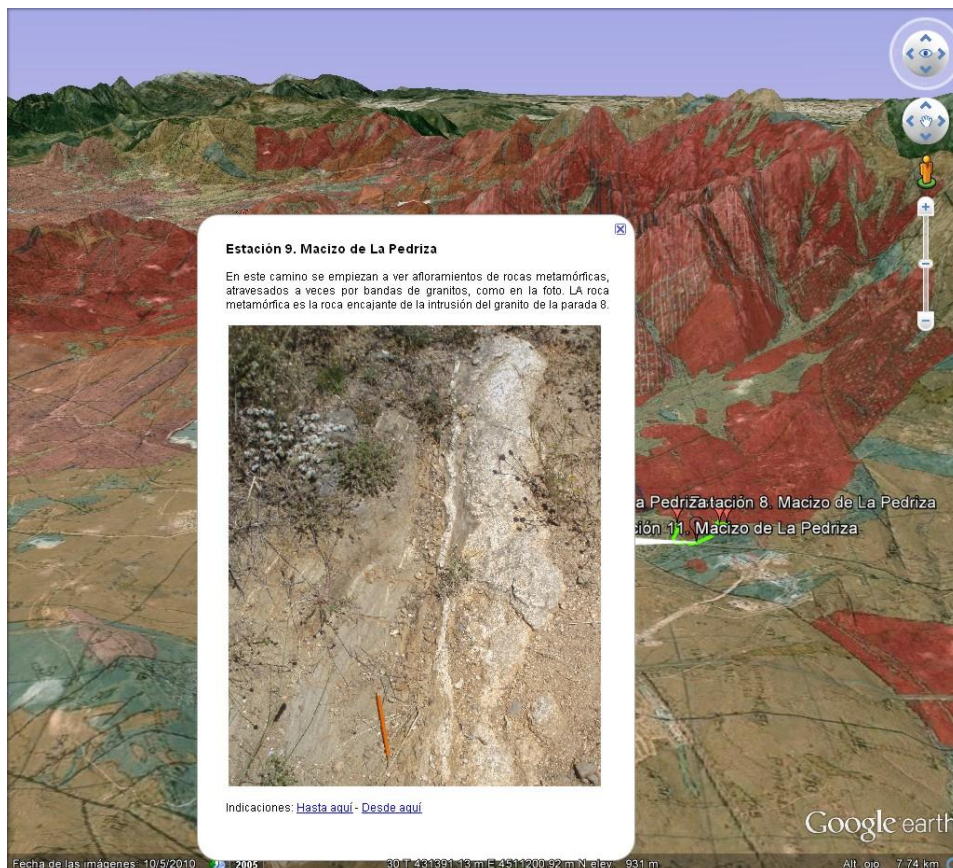
Los objetivos de este proyecto fueron crear un conjunto de guías interactivas de campo para su utilización en diversas asignaturas del grado de Geología de la UCM, que se seleccionaron con el criterio de que representaran un amplio espectro de alumnos y de temáticas. A la vez, se pretendía evaluar la percepción de aprendizaje por parte de los alumnos en experiencias en que se hayan utilizado estas guías.

## **METODOLOGÍA**

La primera fase del proyecto se centró más en el diseño que en la realización de las actividades. Las guías se realizaron basándose en zonas en las que ya se ha efectuado alguna actividad con los alumnos. Por tanto, los objetivos docentes de cada una de las zonas ya estaban establecidos y el proyecto se centró en la traslación de la información de las rutas normalmente realizadas con los alumnos a un formato digital compatible con Google Earth™. Se confeccionó una serie de cinco rutas que incluyeron: ruta de cartografía y reconstrucción de la historia geológica, ruta de didáctica de la Geología, ruta de petrología ígnea, ruta de petrología metamórfica y ruta geomonumental.

Se realizaron una o dos visitas a cada una de las zonas propuestas con el fin de recoger la información en formato digital para realizar la guía. Los puntos de interés de la zona de campo se georreferenciaron (GPS sobre la base de la Cartografía digital TOPO España) y se estableció la ruta en formato digital a

partir del software *Trip and Waypoint Manager*. Se tomó la información visual necesaria (fotos y vídeos) y, en algunos casos, como en la ruta de didáctica de la geología también se tomaron muestras para la realización de difracciones de Rayos X y láminas delgadas. Se utilizaron las versiones digitales del Mapa Geológico Nacional 1:50.000 disponibles en el sitio web del Instituto Geológico y Minero de España ([www.igme.es](http://www.igme.es)) para realizar la superposición de la geología sobre el relieve de las zonas de las rutas (Fig. 1).



**Figura 1.** Ejemplo de ruta en la que se observa la superposición de la hoja correspondiente del mapa geológico MAGNA sobre el relieve exagerado de la zona. Los puntos de la ruta contienen información desplegable que incluye actividades a realizar por el alumno, imágenes, secuencias de vídeo y enlaces a otros contenidos externos.

Los materiales de las rutas se prepararon principalmente para dos tipos de ejecución: Las rutas pueden utilizarse como material de apoyo para una salida de campo presencial organizada como parte del currículo de una asignatura, o como itinerarios “autónomos” (el alumno realiza la ruta y el trabajo posterior por su cuenta) con una evaluación/trabajo asistido posteriormente por el profesor en clase e, idealmente, una segunda visita al campo por parte del alumno.

La publicación de las rutas se ha realizado como archivos KMZ en Google Earth™ como contenido web gestionado en un portal UCM. Las rutas se han estructurado como una serie de paradas en las cuales se ha añadido contenido adicional (texto explicativo, esquemas e imágenes de campo y microscopio,

vídeos, enlaces externos, etc.). Todas las rutas incluyen actividades para realizar por el alumno en el campo (Fig. 1) y en algunos casos material aportado por los propios alumnos, convirtiendo la elaboración de las rutas en una herramienta educativa en sí misma.

Después de la realización de las rutas, se ha evaluado la percepción que los alumnos tienen sobre su propio nivel de aprendizaje por medio de entrevistas y encuestas a un grupo de alumnos. En los casos en los que la salida de campo realizada con metodología tradicional se ha calificado, se pretende compararlas con las mismas salidas realizadas en cursos siguientes tras la consulta por parte de los alumnos del material de Google Earth™. Así se espera poder estimar la influencia del uso de estas rutas en los resultados académicos de determinada asignatura.

## RESULTADOS

La publicación de las rutas se ha realizado como archivos KMZ en Google Earth™ como contenido web gestionado en un portal UCM (<https://portal.ucm.es/web/georutas/inicio>) que está estructurado a través de un gestor de contenidos dentro de las posibilidades de edición de *portlets* de las que dispone el portal. El contenido es público y fácilmente enlazable.

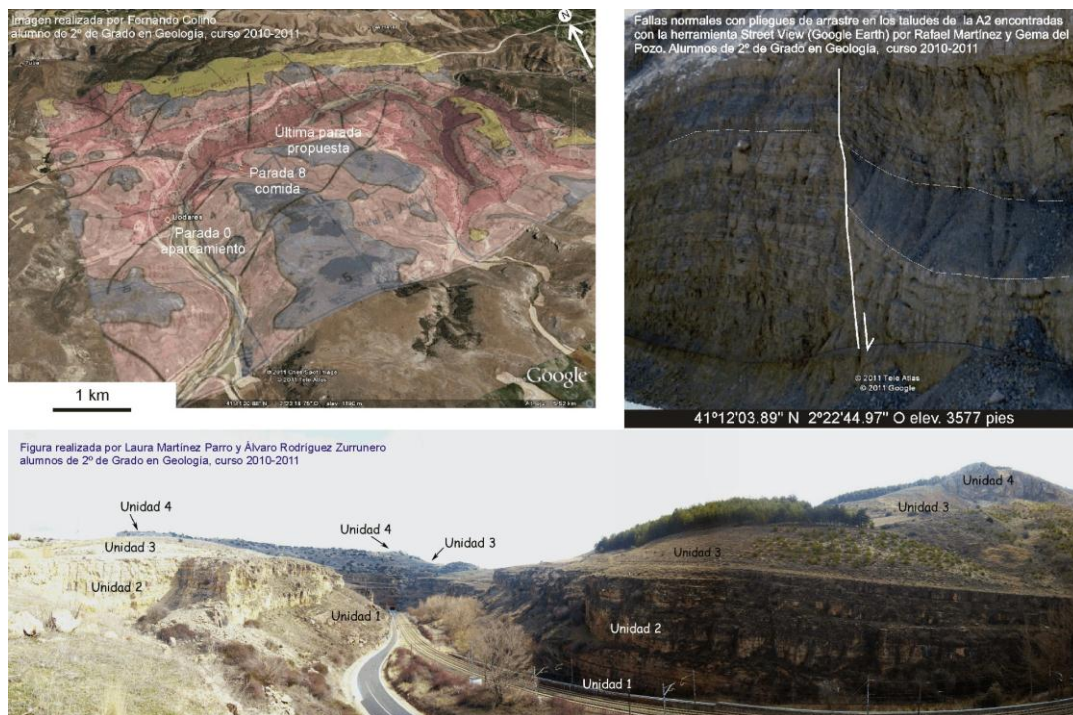
Como se ha dicho antes, los materiales de las rutas están preparados para utilizarse como material de apoyo para una salida de campo presencial, o como itinerarios “autónomos”. Esta segunda opción es la que mayores ventajas cognitivas aporta, ya que potencia al máximo el aprendizaje centrado en el alumno y éste puede ser el que controle el ritmo de ejecución y aprendizaje que más se adecúe a sus necesidades. En este sentido, una gran ventaja de la publicación web de estas rutas es que pueden ser usadas no solo por alumnos, sino por un público más amplio.

Sin embargo, la experiencia ha mostrado que las posibilidades del portal web no son las que más se adecúan a las necesidades de publicación de los contenidos de este proyecto ya que sería necesaria una mayor flexibilidad del diseño del gestor de contenidos que permitiera dividir el contenido en subcarpetas de una manera didáctica. Además los *portlets* más adecuados para la publicación exclusivamente de texto reflejan el autor de los contenidos, lo que en ocasiones no resulta útil.

Los resultados preliminares de la evaluación de la percepción de aprendizaje por parte de los alumnos muestran que los alumnos que no conocían esta aplicación descubren que disponen de una nueva herramienta de trabajo y reconocen su potencial intrínseco, de modo que van a recurrir a ella no sólo en las actividades propuestas sino en lo sucesivo. También, aumenta exponencialmente la calidad del material gráfico que entregan en los trabajos posteriores porque espontáneamente se inspiran en el formato de la ruta. Los que se inician en la geología también se asombran de que algunos elementos geológicos, a veces difíciles de concebir por su magnitud, como por ejemplo, pliegues o fallas, se puedan visualizar tan claramente en algunos casos.

La ruta sobre cartografía geológica y reconstrucción de la historia geológica de una región realizada en la zona de Lodaes (Soria) incluye

material, como fotointerpretaciones, realizado por los alumnos. Estas actividades se planearon intentando aumentar aún más las actividades educativas “con propósito específico” como establecía Dale (1969) en su pirámide del aprendizaje. En lo que se refiere a la evaluación de la elaboración de las rutas como una herramienta educativa en sí misma, ésta ha sido muy positiva. Las aportaciones de los alumnos han sido voluntarias y el porcentaje de participación relativamente alto (8%, 7 de 79 alumnos) si tenemos en cuenta que no añadía ningún valor a la nota final. Como se puede ver en la figura 2, los estudiantes han generado un material de una gran calidad que complementa perfectamente el material básico anterior. Una aportación muy interesante es la utilización de la herramienta *Street View* para estudiar afloramientos en los taludes de la autovía A2, a los que no se puede acceder por motivos de seguridad (Fig. 2, superior derecha).



Dieciséis alumnos (un 20% del total del grupo) respondieron a una encuesta sobre cómo percibían estas rutas como herramienta educativa. Todos los alumnos encuestados valoran muy positivamente la iniciativa de preparar las salidas de campo con anterioridad y creen que optimiza el tiempo de trabajo en el campo. El 80% afirma que esta preparación se hace en pocas asignaturas del grado. El 56% afirma que aumenta el interés previo por su parte y el 50% que con el apoyo de estas rutas se permite utilizar todo el tiempo de campo a aplicar prácticamente los conocimientos teóricos previos. Solo un 31% de los alumnos encuestados cree que las rutas posibilitan alcanzar más detalles de la salida.

Respecto a las ventajas que presentan estas rutas en relación a otros métodos para preparar el campo, la mitad de los alumnos encuestados inciden especialmente en su utilidad para familiarizarse con el campo. Los alumnos valoran especialmente la información puesta al día que posee Google Earth respecto a otros soportes menos dinámicos (mapas, por ejemplo). Destacan también que sean interactivas y de fácil manejo (37%). La mayor parte de los alumnos encuestados afirman que utilizarían mucho estas rutas antes (94%) y después (87%) de asistir a las excursiones si tuvieran que realizar un trabajo sobre la excursión. Sin embargo, los propios alumnos son conscientes de que este tipo de trabajos previos al campo favorece a los alumnos más curiosos y creativos respecto a otros y por lo tanto han propuesto que se exija a todos los alumnos que se preparen las salidas para que de verdad sea efectiva la optimización del campo. Los alumnos echan de menos más información sobre estas rutas y que estén más accesibles.

Como parte de la evaluación del grado de aprovechamiento educativo y mejora de la calidad del aprendizaje se cuenta con las calificaciones obtenidas del trabajo entregado este año tras las salidas de campo, las cuales serán comparadas en años sucesivos con las obtenidas con los trabajos que se lleguen a realizar después de las rutas y con los materiales colgados en Google Earth <sup>TM</sup>.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que estas rutas son una herramienta educativa muy útil para mejorar el aprovechamiento del trabajo de campo en Ciencias de la Tierra.

Estas rutas son, en todo caso, un material educativo que fomenta la enseñanza interactiva y el aprendizaje autónomo, en consonancia con la filosofía del Espacio Europeo de Educación Superior, pero que no puede ni debe sustituir al trabajo de campo, sino utilizarse para su optimización.

Como era esperable se observa, en general, que el rendimiento mejora con la implicación del alumno en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, también se ha observado, y los propios alumnos lo reconocen, que los alumnos menos motivados en el aprendizaje no responden a la entrega de material preparado por el profesor con una mejora del rendimiento, sino que pueden ver esto como una excusa para no preparar ellos la salida.

Con respecto a su uso como material de apoyo, una línea a seguir para mejorar el uso de estas rutas en el campo es su implementación para uso en dispositivos portátiles en el campo (tipo *i-phone* y teléfonos con *android* o *tablets*), que dote a las guías de una mayor accesibilidad y adecuación al uso de las nuevas tecnologías, con su consecuente impacto en el proceso de aprendizaje del alumnado y en la visibilidad del material.

Estos resultados invitan a los docentes a reflexionar sobre la necesidad de incorporar también este tipo de herramientas en las clases teóricas, y así adaptarse a las nuevas generaciones de estudiantes que están crecientemente habituadas a utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para obtener información.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida del Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia de la Universidad Complutense de Madrid a través del proyecto de innovación y mejora de la calidad docente PIMCD 91-2010.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brusi, D., Bach, J., Estrada, R., Oms, O., Vicens, E., Obrador, A., Maestro, E. & Biosca (2011). El GEOCAMP: un sitio web y una herramienta de edición para las actividades de campo en Geología. *Enseñanza de Ciencias de la Tierra*, 19, 1, pp. 57-66.
- Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching*. New York: Dryden.
- Department of Geological Sciences, San Diego State University. KML Geology: Using Google in Geology. Consultado el 9 de febrero de 2012 en: <http://www.geology.sdsu.edu/kmlgeology/>
- Elkins, J.T. & Elkins, N.M.L. (2006) Improving student learning during travel time on fieldtrips using an innovative, portable audio/video system. *Journal of Geoscience Education* 54, 2, pp. 147-152.
- Guertin, L.A. (2006) Integrating Handheld Technology with Field Investigations in introductory-level Geoscience Courses. *Journal of Geoscience Education* 54, 2, pp. 143-146.
- Kluge S, Patrick D, Fermann E. (2007) Designing and Creating Earth Science Lessons with Google Earth™. Consultado el 13 de febrero de 2012 en: <http://www.stevekluge.com/projects/dlesege/dlesege/manual/manual.html>
- Krepel, W.J. & Durrall, C.R. (1981) *Fieldtrip: A guide for planning and conducting educational experience* (Washington, DC: NSTA).
- Marshak, S. (2009) *Essentials of geology* (third edition). Ed Norton.
- Orion, N. (1993) A practical model for the development and implementation of fieldtrips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93, pp. 325–331.
- Vacas Peña, J.M., Chamoso, J.M., Urones, C. (2011) The fieldbook program: A teaching resource for geology. *Computers & Geosciences*, 37, pp. 573-581.

Recibido: 17 febrero 2012.  
Aceptado: 16 marzo 2012.