

El uso didáctico de los programas de simulación y su aplicación en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra

Pablo Pardo, Santano
Margarita Roura Redondo *

RESUMEN

Las tecnologías de la información con carácter general y los programas de simulación en particular pueden ser un elemento de enseñanza muy interesante con diversas aplicaciones. En el campo de las Ciencias de la Tierra resultan de especial interés para ayudar a superar algunas de las dificultades tradicionales en el aprendizaje de esta materia. Estas dificultades están especialmente vinculadas a problemas espacio-temporales y a la dificultad o imposibilidad de reproducción de ciertos procesos naturales.

1. Introducción

Los estudios sobre el tema del uso de la informática como recurso para la enseñanza de las ciencias de la Tierra tienen un largo historial en la bibliografía especializada y un inicio temprano en la misma (BRANDLE, 80), y el uso específico de programas de simulación en experiencias puntuales de enseñanza de la geología (MORCILLO y ANGUTA, 88) ha sido tratado con anterioridad. Así mismo, las últimas tecnologías de la información también empiezan a ser consideradas como elementos de posible uso para el aprendizaje de la geología en las aulas (ARLEGUI et al 99). El presente artículo pretende ser una reflexión sobre el interés didáctico específico que puede tener el uso de simuladores informáticos (o programas de simulación) en la enseñanza en general y en la de las Ciencias de la Tierra en particular.

En una reflexión detenida podrá observarse que, aún valorando positivamente este recurso de manera general, podemos encontrar en su aplicación algunas posibles «sombras» que no solo la limitan si no que además pueden y deben condicionarla y que invitan al uso prudente de esta herramienta.

La iniciativa de estas reflexiones parte de la convicción de que los programas de simulación, tanto por el nivel de desarrollo que presentan en la actualidad como por la amplia gama de los existentes en el mercado, pueden ser, y son ya en ciertos ámbitos, un recurso educativo con grandes potencialidades.

Una de las claves del interés del uso de estos programas informáticos radica, en la capacidad de este tipo de recursos para atraer el interés de los alumnos y por tanto para aumentar la motivación hacia la materia en la que se utilicen. El tema del atractivo previo que la informática usada en la enseñanza presenta para los alumnos ha sido señalado por diversos autores desde el inicio del tratamiento de estos aspectos (BRANDLE y ANGUITA, 84). Este valor no es en absoluto despreciable ya que la motivación, o mejor aún su déficit, e incluso su ausencia, es una de las cuestiones claves a las que debe de enfrentarse la educación en el momento actual.

La enseñanza no es un campo profesional en el que las novedades sean aceptadas sin reticencias y existe en gran medida una tendencia conservadora ante el uso de nuevas técnicas y metodologías de trabajo. Sin considerar a todo lo novedoso como necesariamente positivo, es necesario abordar la utilización «sin complejos» de aquellos recursos y metodologías actuales que faciliten la ya de por sí compleja tarea de la enseñanza y entre los cuales pueden también considerarse este tipo de programas informáticos.

2. Conceptos previos

Conviene definir algunos conceptos básicos que aparecerán más adelante y hacer unas aclaraciones previas para fijar los límites del tema del presente estudio antes de pasar a proponer los posibles usos didácticos de los programas de simulación.

- * *Simulación*: Representación de un fenómeno del mundo real para permitir un análisis más profundo de dicha situación y favorecer la participación activa del alumno en el proceso de aprendizaje. (ROBLES et al., 85)
- * *Simulación informática*: Obviamente, una simulación informática será aquella que utilice para la representación la tecnología y los materiales propios de este campo tecnológico. En el presente estudio siempre que hagamos mención a simulaciones nos estaremos refiriendo a este tipo.

Características de las simulaciones:

Las características básicas de las simulaciones se basan en el trabajo de RIVERA (97) citado en la bibliografía aunque modificado para esta publicación.

- * *Dinámica*. La simulación debe cambiar con respecto al tiempo ya que de no ser así se limitaría a representar un estado estacionario y por tanto no a un fenómeno. Esta variación con respecto al tiempo puede ser continua o

discontinua. En este segundo caso, la simulación mostrará la evolución del proceso cada vez que transcurra un intervalo de tiempo previamente establecido.

- * *Controlada.* Al no ser controlada por el interesado se convierte en una demostración (*demo*) que resulta equivalente a un vídeo con tecnología informática. Debe por tanto permitir la entrada y modificación de datos al inicio y/o durante el desarrollo de la simulación. Esto último implica por tanto que sea interactiva y permita la «comunicación» entre la persona que la utiliza y el ordenador que la ejecuta. Para que pueda darse esta interacción son imprescindibles dispositivos de entrada y salida de datos (ratones, teclados, monitores, impresoras...).
- * *Gráfica.* Aún siendo esta una característica que no siempre se cumple en las simulaciones, resulta de sumo interés en el ámbito de la enseñanza y especialmente en el de las ciencias de la naturaleza y otros como la geografía que utilizan a menudo el soporte gráfico para la exposición de sus conceptos.
- * *Preensión de realidad.* La simulación debe ser un acercamiento lo más preciso posible a la realidad, si no es así no es tal y nos encontramos ante un mero juego electrónico. Éste puede tener utilidad pedagógica en muchos casos (BARBERÁ y SAN JOSÉ, 90), e incluso haber sido diseñado pensando especialmente en esa utilidad, pero se sale de los intereses de este artículo.
- * *Simplificaciones y aproximaciones a la realidad.* La mejor de las simulaciones es siempre una simplificación y una aproximación a la realidad. Es por tanto necesario un conocimiento del proceso, a niveles diferentes de profundidad, en todos los implicados (desde los que elaboran el programa hasta los alumnos que los utilizan que no pueden tener un conocimiento nulo de aquello con lo que van a trabajar) Por ello, y sin perder nunca de vista esa idea resulta imprescindible atender especialmente a los siguientes aspectos.
 1. Rigor en la fase de modelización. Imprescindible para que la simulación proporcione algún tipo de conocimientos útiles y reales a los que la utilizan. La simplificación de un proceso no debe implicar nunca su falseamiento.
 2. Atención a los supuestos previos y a la interpretación. Los primeros son imprescindibles y a la vez peligrosos ya que limitan el uso de la herramienta y pueden existir en los que la elaboran, en los que la utilizan para enseñar y en los que deben aprender con ella. La segunda es básica en el desarrollo de aprendizajes y debe darse de forma obligatoria a los resultados obtenidos en la simulación.

Tipos de simulaciones. Por último hay que señalar la existencia de diferentes tipos de simuladores según el uso al que estén destinados y que podemos clasificar en cuatro categorías esenciales.

- * *Profesionales*. Orientados al uso en la empresa y en la investigación aunque pueden ser utilizados en la enseñanza superior o adaptados a su uso en otros niveles.
- * *Lúdicos*. Aunque diseñados con el fin principal de la diversión pueden tener algún interés educativo.
- * *Didácticos*. Diseñados específicamente para este uso.
- * *Mixtos*. Profesionales o lúdicos con carácter parcialmente didáctico.

3. Algunas consideraciones didácticas de carácter general

Los programas de simulación por ordenador permiten, recreando los sistemas naturales más complejos, ampliar el campo de la investigación experimental. Desde una vertiente educativa, la simulación por ordenador facilita, promueve y estimula los mecanismos hipotético/deductivos del pensamiento, absolutamente necesarios, según Piaget, para que los individuos desarrollen primero el pensamiento abstracto y después el pensamiento formal. (SANCHO, 85).

En los programas de simulación por ordenador el error no está considerado como una falta, sino como una hipótesis transitoria a confirmar o a refutar necesaria en todo proceso de experimentación. Esto permite al alumno perder el miedo a equivocarse y a preguntarse por ¿qué sucedería si...? y por tanto motivarle en su aprendizaje y en su búsqueda del conocimiento.

El uso de simuladores en particular, así como el uso general del ordenador en la escuela, ayuda a los niños a desarrollar un espíritu cooperativo más que competitivo ya que generalmente deben guardar turno en el uso del PC o compartirlo en equipo, aprenden a respetar el trabajo de los demás y a tener más cuidado de los materiales.

El sistema educativo promueve en teoría pero tiende a inhibir en la práctica, muchas de las habilidades y destrezas que se pueden desarrollar con el uso de simuladores. La considerable inversión que supone, no sólo la adquisición de equipos informáticos, sino la formación del profesorado necesaria para permitir una utilización adecuada y eficaz de estos equipos, supone en la mayoría de los casos una dificultad para su uso en la enseñanza obligatoria. Aún así, este no es el principal escollo, ya que la estructuración de los conocimientos y el uso de simulaciones en situaciones concretas de enseñanza/aprendizaje son factores con grandes dificultades. La selección y articulación de los conocimientos escolares, definidos por el Ministerio de Educación y Cultura, unido al cómo de su transmisión, parecen configurar nuestra manera de pensar y nuestra actitud hacia los contenidos. El profesorado actual marcado por sus aprendizajes académicos preocupados más por los resultados que por los procesos va encaminado a «ejercitar» lo que se ha aprendido. (SANCHO, 85)

Los programas de simulación por ordenador también tienen sus desventajas. La principal de ellas es la tendencia a utilizarlas como sustituto de realida-

des sin dificultad de ser construidas o estudiadas en el centro o en su entorno. Estas realidades no deben ser reemplazadas salvo en el caso de que no sean accesibles o sea peligroso para el alumno. Son necesarios ensayos y juicios previos sobre; pertinencia, facilidad de uso, duración, interés, motivación, contenido... Es siempre imprescindible una recapitulación posterior, o si no «el medio puede convertirse en el único mensaje».

Con carácter general puede decirse que las simulaciones informáticas existen por las dificultades para trabajar con los procesos reales que representan (RIVERA, 97). Estas dificultades pueden ser de muy diversa índole. La mayoría de las que se proponen a continuación son de aplicación para justificar el uso didáctico de las simulaciones en la enseñanza de la Ciencias de la Tierra, sí bien no todas en al misma medida. Obviamente un mismo proceso puede reunir dos o más de las dificultades que se proponen a continuación.

- Demasiado caro para la experimentación real.
- Demasiado peligroso para la experimentación real.
- Poco didáctico en la observación y el estudio directo.
- Demasiado rápido o lento para su estudio directo.
- Inviabilidad física
- Demasiado grande.
- Demasiado pequeño.
- Demasiado lejano.
- Otros problemas

4. Usos didácticos de la simulación

Una vez planteados los posibles motivos para el uso de las simulaciones en el ámbito de la enseñanza deben de considerarse las posibilidades de uso que ésta puede tener.

- * *Demostrativa*. (Tutorial). El ordenador asume el rol del profesor conduciendo al alumno (CASTIÑEIRA et al., 92). En el caso de errores, se aportan explicaciones adicionales (refuerzo o retroalimentación) y se dirige al alumno para subsanar las dificultades que está encontrando en ese punto concreto.
- * *Reforzamiento audiovisual*. Son los usos más comunes. Suponen la utilización de tipo *demos* y aportan pocos valores educativos claros. Dependen mucho del uso de los resultados y la información obtenida, y del trabajo posterior que se realice con éstos. Su diferencia radica esencialmente en que el uso tutorial pretende ser más completo ya que intenta una «sustitución» total o parcial de la función del profesor al pretender que sea la propia simulación la que «explique» el proceso estudiado al alumno que debe «aprenderlo». Este tipo de usos no llega siquiera a reunir las condiciones estrictas de una simulación ya que no permiten la interacción al usuario de la misma.

- * *Experimental. Laboratorio Virtual en sentido amplio.* Permite a los alumnos estudiar situaciones físicas ideales que no se encuentran al alcance de un laboratorio escolar o que por diferentes motivos resultan más fácilmente realizables a través de programas informáticos (EGUILUZ y LLANOS, 86). Aporta seguridad y en ocasiones y según uso también economía. Puede ser una alternativa de futuro a los laboratorios tradicionales. Este uso puede ser complementario de otros. Un laboratorio virtual al alcance de navegadores, para alumnos de E.S.O con múltiples aplicaciones en la física se puede encontrar en la siguiente página: www.pntic.mec.es.
- * *Entrenamiento de habilidades concretas.* Existen de esta utilidad abundantes experiencias y ejemplos. (COSCULLUELA, 90). Muy limitado, puede desarrollarse de forma indirecta en otras modalidades de uso.
- * *Descubrimiento.* Búsqueda de soluciones no programadas o alternativas. En los programas de simulación por ordenador basados en razonamientos inductivos no son necesarios conocimientos previos sobre el tema a tratar ya que se pretende que sea el alumno el que tras la observación, las hipótesis y la experimentación los descubra por si mismo.
- * *Exploratorio.* De las leyes o parámetros que rigen o controlan el sistema. En los programas de simulación basados en razonamientos analíticos (deductivos) como pueden ser los de verificación de la validez de un modelo, resolución de problemas o revelación de dinámicas de hechos reales, el alumno deberá estar familiarizado previamente con el modelo sobre el que trabaja (LÓPEZ y OLIVE, 92). Al poder variar a voluntad esta fase permite obtener funciones matemáticas a partir de datos encontrados experimentalmente, cerrando así el proceso iniciado en el estudio de aquellas situaciones ideales estudiadas en fases anteriores.
 - Estos dos últimos usos resultan los más interesantes ya que los aprendizajes adquiridos tienen las siguientes características :
 - Son interactivos
 - Inician en la investigación
 - Promueven la realización de hipótesis (qué pasaría si...)
 - El alumno es protagonista de su aprendizaje (aprendizaje por descubrimiento)
 - El sujeto saca conclusiones propias.
 - Facilitan la interdisciplinariedad.
 - Desarrollan habilidades concretas de forma indirecta.
- * *Resolución y exploración de problemas.* Éstos pueden ser de diversos tipos; con múltiples variables (OLIVER y LÓPEZ, 94) o de cálculo inviable o demasiado complejo. También pueden utilizarse para la resolución de problemas con dimensión temporal o espacial (LÓPEZ y OLIVER, 94) no abarcable. Responden a dificultades concretas y tienen como contrapartida que en ocasiones pueden inhibir habilidades propias y desarrollos específicos.

5. Ventajas para enseñanza de las Ciencias de la Tierra

A continuación se plantean de forma sintética las principales ventajas del uso de simulaciones en este campo de la ciencia y se ofrecen algunos ejemplos de entre los posibles ámbitos de aplicación.

Todas las ventajas señaladas son dignas de consideración en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra, pero no todas en igual medida ni para todos los niveles educativos. Esto es así porque, como en todas las disciplinas, existen conceptos, leyes, teorías y modelos que sólo son adecuados para ser tratadas en las etapas superiores del sistema educativo por su complejidad y/o extensión.

- 1) *Bajos costes.* De especial aplicación en estudios universitarios. La ayuda de la simulación es esencialmente de tipo económico ya que el elevado coste de la reproducción de los procesos puede hacer inviable su estudio.
 - Ensayos de bombeo. Para reproducir el comportamiento de acuíferos sometidos a explotación del agua que almacenan.
 - Ensayos de deformación de rocas. Tanto para estudios de geología pura como para estudios de geología aplicada (obras públicas...)
- 2) *Accesibilidad a procesos y fenómenos remotos en el espacio.* El auge de la Geología Planetaria hace este campo especialmente interesante para el uso de las simulaciones; por otro lado el interior de la Tierra sigue siendo esencialmente inaccesible y desconocido.
 - Geología planetaria. Atmósferas extraterrestres, modelos de dinámica global de otros planetas y cualquier estudio geológico extraterrestre en general.
 - Modelos del interior de la Tierra. Reproducción de condiciones de presión, y temperatura y reacciones geoquímicas en el manto y en el núcleo terrestre.
- 3) *Accesibilidad a procesos y fenómenos remotos en el tiempo.* El trabajo en geología con una escala temporal de 4.500 millones de años dificulta la comprensión de muchos conceptos y procesos, y el carácter histórico de las ciencias geológicas hace imposible la repetición idéntica de los procesos antiguos. El uso de simuladores puede permitir superar total o parcialmente estas limitaciones.
 - Dinámicas antiguas. Atmósferas, hidrosferas y geosferas actualmente antiguas y actualmente irreproducibles en nuestro planeta.
 - Procesos evolutivos. Modelización de los desarrollos evolutivos de organismos actuales o extinguidos.
- 4) *Bajos o nulos riesgos.* Esta utilidad resulta especialmente clara en el estudio de fenómenos destructivos y sus posibles consecuencias para las personas y los bienes. No obstante existen otros ámbitos en como las contamina-

ciones de aguas o suelos en los que los riesgos son para el medio ambiente. En general son de mayor utilidad y aprovechamiento cuanto mas elevado es el nivel educativo en el que se utilizan pero no deben despreciarse en niveles básicos ya que resultan especialmente atractivos. Por lo evidente de los ejemplos de este caso, no se realiza ninguna aclaración complementaria.

- Procesos volcánicos
- Ondas sísmicas
- Avenidas
- Deslizamientos de ladera
- Fenómenos atmosféricos destructivos
- Contaminación de aguas
- Contaminación de suelos

5) *Manejo de la variable tiempo.* Como ya se comentó más arriba la variable tiempo en las Ciencias de la Tierra es determinante y no siempre toma valores fácilmente observables para los seres humanos, siendo en general demasiado lenta su influencia para ser percibida o al menos para ser interesante su observación desde el punto de vista educativo. El modelo permite el control del flujo del tiempo y su adaptación a los intereses y posibilidades de estudio del grupo concreto de alumnos.

- Procesos hidrológicos e hidrogeológicos. Procesos fluviales de erosión, transporte y sedimentación, cambios en la calidad química de las aguas por disolución de rocas, etc.
- Procesos petrogenéticos y mineralogénicos. Génesis y destrucción de rocas y minerales.
- Procesos tectónicos, orogénicos y geomorfológicos Deformación y rotura de rocas, elevación y destrucción de relieves...

6) *Simplificación de las experiencias.* La existencia habitual en las Ciencias de la Tierra de fenómenos complejos y con múltiples variables dificulta enormemente su comprensión y estudio para los profesionales y con mayor motivo para los estudiantes de todos los niveles educativos. Los modelos permiten la fijación de una o varias de las variables y el estudio sectorial de los problemas. Este caso es válido para la mayoría de los procesos y fenómenos geológicos.

7) *Repetibilidad de las experiencias.* Como ya se dijo más arriba el carácter histórico de las Ciencias de la Tierra en casi todas sus ramas hace imposible la repetición exacta de uno de los fenómenos o procesos naturales estudiados. Obviamente esto sucede por la variación constante de las condiciones de nuestro planeta que determina la singularidad de cada uno de los hechos estudiados. Sin embargo la comprensión final de algunos conceptos puede requerir su repetición o simplemente su visualización reiterada, es aquí donde la simulación cobra valor y permite un mejor aprendizaje. Este

caso es también válido para la mayoría de los procesos y fenómenos geológicos.

6. Conclusiones

En muchos casos los simuladores permitirían un acercamiento a temas poco o nada tratados tradicionalmente en la enseñanza como por ejemplo la geología aplicada.

Permiten la superación de tradicionales núcleos de resistencia en el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra como la dimensión temporal o espacial con la consiguiente mejora de la comprensión de la mayoría de los procesos geológicos.

Facilitan la incorporación a las aulas de temas nuevos de reciente aparición en el curriculum y de un gran atractivo previo (geología planetaria p. e.).

Permiten un tratamiento menos sectorial y más interdisciplinar de aspectos del medio geológico.

Pueden ser un recurso de primera fila para la asignatura Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de segundo de Bachillerato que maneja procesos multidisciplinares, complejos, dinámicos, y espacialmente de difícil comprensión.

Facilitan para la observación gráfica y/o tridimensional de múltiples procesos. Esto supone una ayuda inapreciable en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Tierra (incluso limitándose simplemente al uso tutorial o de reforzamiento de las simulaciones).

BIBLIOGRAFÍA

- ARLEGUI, L. ; PARDO, A. Y GONZALVO, C. «El hipertexto como herramienta docente en Geología». Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Volumen 7 número 1. Octubre 1999. Páginas 8-15.
- BARBERÁ, O. Y SANJOSÉ, V. (1990). «Juegos de simulación por ordenador : un útil para la enseñanza a todos los niveles». Enseñanza de las Ciencias, 8 (1). Páginas 46-51
- BRANDLE, J. L. (1980) «El ordenador, ¿un discente o un docente?». Actas del I Simposio sobre la Enseñanza de la Geología». Páginas 129-136.
- BRANDLE, J. L.; ANGUITA, F. (1984) «La enseñanza de la geología y los ordenadores : ¿la tercera revolución o la última rutina?». Actas del III Simposio sobre la Enseñanza de la Geología». Páginas 180-185.
- CASTIÑEIRAS, M.L.; CASTRO, A. ; OTERO, M. A. Y PAZ, C DE. (1992) «Enseñanza asistida por ordenador y Geología». Actas del VII Simposio de Enseñanza de la Geología. Páginas 447-455

- COSCULLUELA, A. (1990). «Programa de propósito general para la elaboración de claves analíticas». Actas del VI Simposio sobre la Enseñanza de la Geología. Páginas 158-170.
- EGUILUZ, L. Y LLANOS, H. (1986) «La enseñanza de la proyección estereográfica por ordenador». Actas del IV Simposio sobre la Enseñanza de la Geología. Páginas 463-470.
- LÓPEZ, M. Y OLIVER, C. (1994). «El Sistema Solar, un programa educativo para la enseñanza secundaria». Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Volumen extra. Septiembre 1994, Páginas 195-198.
- MORCILLO, J.G. Y ANGUIA, F. (1988). «Un programa de simulación como introducción a la Geología Aplicada en primero de Geológicas». Henares, revista de geología. Nº2. Setiembre 1988. Páginas 91-96.
- OLIVER, C. Y LÓPEZ, M. (1994). «Cartografía geológica asistida por ordenador». Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Volumen extra. Septiembre 1994. Páginas 192-194.
- OLIVER, C. Y LÓPEZ, M. (1992). «Tectónica de Placas con ordenador aplicada a la ESO». Actas del VII Simposio de Enseñanza de la Geología. Páginas 431-438.
- RIVERA, E. (1997). «Capítulo 6, Simulación y juegos didácticos» en «Aprendizaje asistido por computadora, diseño y realización.» [Http://msip.Ice.org/erporto/libros/edu2](http://msip.Ice.org/erporto/libros/edu2). Acceso el 30/6/2000
- ROBLES CID, J.; LOWY FRUTOS, E.; GALLEGO PALOMERO, E. (1985) «Dos aplicaciones de la simulación por ordenador de la enseñanza de la física». Informática y Escuela. Fundesco. Ministerio de Educación y Cultura. Páginas 561-577
- SAN JOSÉ VILLACORTA, C. (1999) «Tecnologías de la información en la educación» ANAYA.
- SANCHO GIL, J. (1985) «La simulación por ordenador como estrategia de transmisión de conocimientos escolares». Informática y Escuela. Fundesco. Ministerio de Educación y Ciencia. Páginas 99-109

ANEXO

A continuación añadimos algunas direcciones en la red relacionadas con la pedagogía y la enseñanza de las Ciencias de la Tierra, donde se pueden encontrar no solo algunos ejemplos de simulaciones sino también otros recursos y actividades las cuales creemos que pueden completar el marco de la introducción de los simuladores en la escuela.

Todas las direcciones señaladas fueron consultadas por última vez el 30/11/2000.

«Bornet». Página [www. \[http://www. Bornet.es\]](http://www.Bornet.es).

Revista de divulgación científica.

«National Geographic». Página [www. \[http://www.nationalgeographic.com/main.html\]](http://www.nationalgeographic.com/main.html).

Ofrece una sección de educación con unidades didácticas, actividades, mapas, artículos, videos y muchos recursos más. En ingles.

«Museo Nacional de Ciencias Naturales» Página [www. \[http://www.mncn.csic.es\]](http://www.mncn.csic.es).

- «Museo de Historia Natural de Londres» Página [www](http://www.nhm.ac.uk). [<http://www.nhm.ac.uk>]. «K-12 Science» Página [www](http://www.sciquestfoundation.org/k12/index.html). [<http://www.sciquestfoundation.org/k12/index.html>]. Ofrece una gran variedad de recursos para la enseñanza de la geología: simuladores, programaciones, juegos, artículos, imágenes. En inglés.
- «NASA. Education Program» Página [www](http://education.nasa.gov/homepage.html). [<http://education.nasa.gov/homepage.html>]. Programa de la Nasa que ofrece gran variedad de enlaces y recursos educativos tanto para profesores como para alumnos. En inglés.
- «The Globe Program» Página [www](http://globe.fsl.noaa.gov/). [<http://globe.fsl.noaa.gov/>] Programa internacional que se dedica a la enseñanza y observación del medio ambiente. Ofrece una guía para educadores, actividades interescolares, taller de educadores, diferentes investigaciones y recursos. En inglés.
- ARES DE BLAS, FELIX,: «La roca que mató a los dinosaurios». Página [www](http://www.geocities.com/capecanaveral/lab/4101/). [<http://www.geocities.com/capecanaveral/lab/4101/>]
- «Volcano World» Página [www](http://volcano.und.nodak.edu/vw.html). [<http://volcano.und.nodak.edu/vw.html>] Recursos pedagógicos, información e imágenes sobre volcanes.
- «Sede Oficial de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra». Página [www](http://www.aepect.org). [<http://www.aepect.org>]

* Pablo Pardo Santano,

* Margarita Roura Redondo,

E.U. Cardenal Cisneros. Universidad de Alcalá.

pablo.pardo@uah.es

margaroura@hotmail.com