

## **PROYECTOS INTERNACIONALES DE COLABORACIÓN ENTRE DOCENTES EN EL ÁMBITO DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA**

### **INTERNATIONAL COLLABORATION PROJECTS AMONG TEACHERS IN THE FIELD OF EARTH SCIENCES**

María Jesús Hernández Arnedo  
arnedo@us.es

Matilde Forteza González  
mforteza@us.es

*Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química agrícola.  
Universidad de Sevilla.*

#### **Resumen**

Las Ciencias de la Tierra tienen una escasa representación en la enseñanza obligatoria. Los profesores, en su mayoría faltos de formación, se sienten inseguros en su actividad diaria. El objeto de este trabajo es presentar una serie de programas internacionales surgidos con el deseo de apoyar al profesorado de Ciencias de la Tierra para dinamizar y mejorar la práctica docente, así como aumentar el interés de los alumnos por el conocimiento del planeta. Se analizan, en particular, el portal XPLORA, de ámbito europeo, el proyecto GLOBE, de ámbito internacional, y el ESSEA de ámbito estadounidense.

**Palabras clave:** Proyectos Internacionales, Ciencias de la Tierra.

#### **Abstract**

Earth Sciences have a low representation in obligatory education. Teachers, mostly lacking in training, feel insecure in their daily activities. The purpose of this paper is to present a series of international programs arisen with the aim to support teachers of Earth Sciences to energize and improve the teaching practice as well as increasing student interest by the knowledge of the planet. We analyze, in particular, the European portal XPLORA, the International GLOBE Project, and ESSEA, an American field project.

**Keywords:** International Projects, Earth Sciences.

### **1. INTRODUCCIÓN**

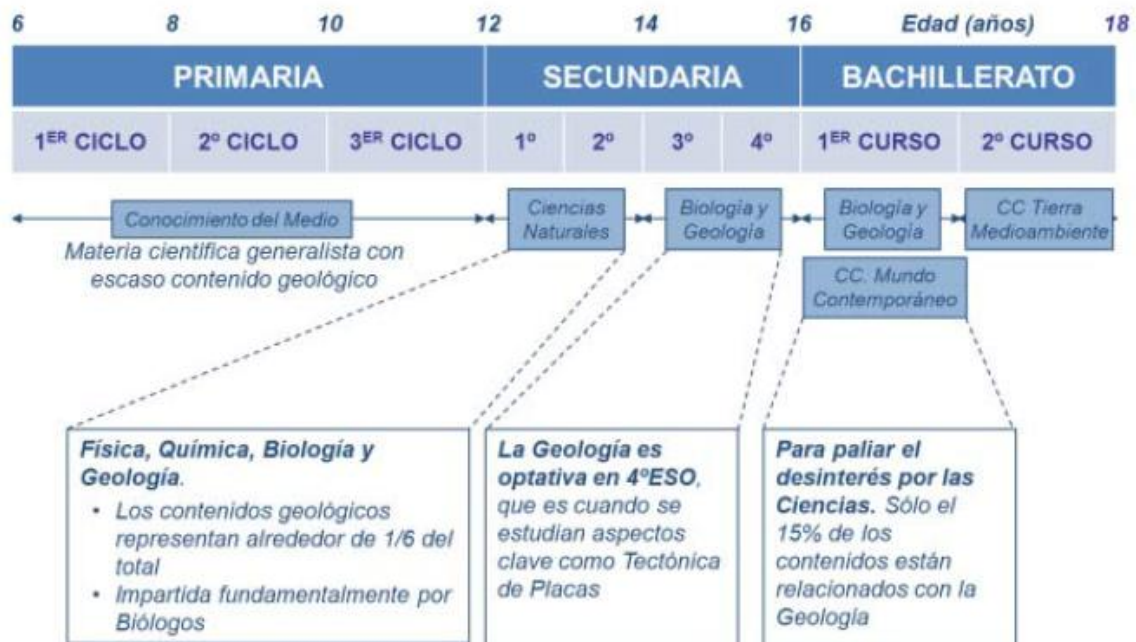
La preocupación generada por el bajo rendimiento de los estudiantes en competencias básicas, puesta de manifiesto por distintos estudios internacionales (PISA, TIMSS), condujo en 2009 a la adopción de unos objetivos para el conjunto de la UE en los que se establece que “para el año 2020 el porcentaje de jóvenes de 15 años

con una competencia insuficiente en lectura, matemáticas y ciencias debería ser inferior al 15% (EURYDICE, 2012). Sin embargo, el informe ENCIENDE (2011) señala la despreocupación y desinterés por la ciencia de profesores y alumnos de los niveles de enseñanza obligatoria en España, aunque se insiste en la importancia de la competencia científica como una de las más básicas para la totalidad de los ciudadanos en una sociedad en la que cada vez nos enfrentamos a más retos relacionados con la Ciencia y la Tecnología.

En el caso de las Ciencias de la Tierra, esta situación se agrava notablemente. Dada la escasa presencia de contenidos relativos a estas materias a lo largo de toda la escolarización, los estudiantes acaban la Secundaria o el Bachiller con una muy deficiente formación en este área y esto es extensible a aquellos que acceden a la Universidad y van a ser futuros maestros o profesores. Calonge (2012) presenta la situación de los currículos de la Educación Primaria y Secundaria en España (fig. 1), señalando, además, cómo en la Educación Secundaria los profesores especialistas imparten diferentes asignaturas no necesariamente relacionadas con su formación, ya que incluyen contenidos de Biología, Química y Física con algunas ideas sobre la Tierra, Ciencias del Medio Ambiente y Astronomía, destacando la ausencia casi generalizada de geólogos entre estos profesionales. Una situación que no es muy diferente en gran parte de los países europeos.

De hecho, la mayoría de los docentes son muy conscientes de estas carencias y no pueden decidirse a plantear ninguna alternativa al libro de texto que, por otra parte, puede contener incorrecciones en mayor proporción que en otras disciplinas.

**Fig. 1.** Los contenidos de Geología en la enseñanza obligatoria en España. (Calonge, 2012)



En muchas ocasiones los profesores se sienten aislados, con escasas posibilidades de formación continua y a falta de recursos con los que dinamizar su práctica docente. Desde esta perspectiva han surgido diversos proyectos de colaboración, tanto de

carácter internacional como europeo, entre profesionales de la educación, que pretenden apoyar al profesorado e involucrar a profesores y estudiantes, de los distintos niveles educativos, en la comprensión de las Ciencias de la Tierra y hacerlos partícipes de investigaciones que puedan tener relevancia metodológica en el aula y, en algunos casos, impacto internacional.

En este trabajo analizaremos y estudiaremos las posibilidades de varios de los más relevantes surgidos en los últimos años, presentando algunos de sus recursos más importantes: Xplora, (European Gateway to Science Education) (<http://www.xplora.org/ww/en/pub/xplora/index.htm>), el proyecto GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) (<http://www.globe.gov/>), en el que participan centros de todo el mundo, y el Earth System Science Education Alliance (ESSEA) (<http://essea.strategies.org/>), programa apoyado por la NASA, NSF y NOAA, de ámbito estadounidense, y liderado por el Institute for Global Environmental Strategies (IGES) para mejorar la calidad de la enseñanza de las Geociencias en niveles no universitarios.

## **2. XPLORA (EUROPEAN SCIENCE EDUCATION GATEWAY) ([www.xplora.org](http://www.xplora.org))**

Xplora, el Portal Europeo de Ciencias de la Educación, se puso en marcha el 10 de junio de 2005 durante la Conferencia ECSITE (European Collaborative for Science Industry and Technology Exhibitions) en Vantaa, Finlandia. Su objetivo fundamental es dotar a los profesores de Ciencias de recursos y materiales de innovación docente para estimular a los estudiantes y aumentar su interés por la ciencia y la actividad científica. Surge como resultado del proyecto PENCIL, que reunió a diversas instituciones científicas y a expertos en modelos de enseñanza aplicados a la educación formal y no formal, con el objetivo de desarrollar enfoques y materiales innovadores que mejoraran el interés y la formación de los estudiantes europeos. PENCIL es parte de un grupo más amplio de proyectos denominado NUCLEUS que involucra a importantes instituciones científicas como el CERN, la Agencia Espacial Europea, Universidades, asociaciones de profesores etc., para probar, desarrollar y promover nuevos métodos pedagógicos, técnicas y prácticas para la educación obligatoria en toda Europa.

El portal Xplora está gestionado por la red europea Schoolnet (formada por 31 Ministerios de Educación) y ha sido desarrollado con el apoyo financiero de un Programa Estructural para la Investigación. Por otra parte, cuenta también con el apoyo de un equipo de profesores de Ciencias de toda la Unión Europea que garantizan la calidad y relevancia de sus contenidos.

Xplora se dirige a todos los que están interesados en la ciencia: profesores, estudiantes de centros escolares y universidades, científicos y comunicadores. Ofrece una serie de servicios, entre los que se encuentran: una biblioteca on-line (documentos, unidades didácticas, materiales educativos, páginas web..., algunos de ellos en español), actividades, juegos y simulaciones relacionados con la ciencia, proyectos educativos y metodologías para aplicar en las aulas, un laboratorio virtual con programas de investigación y experimentos virtuales en los que pueden participar las escuelas, herramientas para crear comunidades on-line, espacios de chat, noticias y eventos de educación científica.

Así pues, los principales contenidos del portal son los siguientes:

*Biblioteca:*

- **Recursos:** Permite buscar recursos on line para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Se incluyen enlaces a sitios web, documentos, unidades didácticas, ect. Se puede buscar por edad, palabras clave, idioma y tema. Uno de los sitios web más interesantes a los que redirecciona es Learning Resource Exchange (LRE) portal con más de 130.000 recursos educativos de toda Europa. Sólo en Geología se pueden encontrar cerca de 1.000 resultados, desde vídeos sobre cómo se forma un fósil hasta unidades didácticas completas, y todo ello en varios idiomas.
- **Software:** Se ofrece software libre y de código abierto para la enseñanza de las Ciencias, y cómo utilizarlo.
- **Destacables:** En esta sección se presenta una selección de recursos especiales en materia de educación y ciencia. Estos recursos han sido seleccionados especialmente por el equipo editorial de Xplora por su originalidad y enfoque científico.
- **Actividades:** Aquí se proponen actividades para los alumnos, incluyendo juegos interactivos, o simulaciones. Entre las de nuestra área destacan las relativas al medioambiente o la astronomía.
- **Dossieres temáticos:** Con frecuencia mensual se ofrece un dossier completo sobre un tema de vanguardia en la ciencia. Cada expediente incluye recursos, noticias, enlaces y sugerencias para experimentos y actividades prácticas.

*Megalab:*

- **Experimentos web:** Una magnífica herramienta para la enseñanza de la ciencia. Se trata de procedimientos prácticos científicos cuyo equipo experimental se encuentra en una Universidad, Museo de la Ciencia u otros Centros de Investigación y en los que los alumnos pueden participar vía web, guardando en una base de datos los resultados obtenidos. Significa llevar las grandes instituciones de investigación multinacionales al aula, permitiendo a los profesores hacer experimentos en clase que son demasiado caros, peligrosos o complejos para un laboratorio de la escuela normal.
- **Proyectos de colaboración:** que incluyen varios grupos de alumnos, por lo general de diferentes centros, trabajando en un tema común. En general cubren todos los temas de ciencias. En nuestra área destacamos el proyecto “Cuatro Estaciones” en el que estudiantes de distintas partes del mundo anotan la hora exacta y la dirección de la puesta de sol en fechas astronómicas especiales como los solsticios o equinoccios; o el proyecto Eratóstenes, sobre la medición del radio terrestre.
- **Proyectos de bases de datos:** Por lo general, son una combinación de experiencias en un entorno natural, en las que se toman datos y observaciones científicas que luego se introducen en una base de datos compartida a través de internet. Según la edad pueden incluir observaciones de mayor o menor dificultad. Pueden considerarse una continuación de los Proyectos de Colaboración

- Experimentos: En esta sección se ofrecen algunos ejemplos prácticos de experimentos científicos. Se pueden descargar de forma gratuita y repetirlos en el aula. Se invita a que los usuarios compartan sus experiencias.

*Práctica:*

- Favoritos: Profesores expertos en toda Europa exponen recursos seleccionados de distintas áreas.
- Ejemplos: Profesores, formadores de profesores y otros educadores explican sus proyectos pedagógicos, enfoques y metodologías. Pueden ser aplicados en centros de primaria o secundaria. De nuestro área destacamos los de Ciencias ambientales o de Astronomía.

*eCursos:*

- Formación del profesorado: Xplora remite a uno de los resultados del proyecto PENCIL consistente en el desarrollo de un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS), que permite a los profesores acceder a los cursos virtuales; así como a lecciones electrónicas, aunque ninguna hace referencia a las Ciencias de la Tierra.

El portal se completa con una sección de noticias sobre educación científica, charlas con expertos, información y consejos sobre la enseñanza e ideas para las actividades relacionadas con la ciencia, así como un apartado de Convocatorias de Premios.

Además en el portal se alojan los resultados y materiales de PENCIL, NUCLEUS y numerosos proyectos entre los que destacamos SCIENTIX.

### **2.1. La revista “*Science in School*”**

Uno de los resultados más interesantes de NUCLEUS es la creación de la revista “*Science in School*” cuyo objetivo es promover la enseñanza de las ciencias fomentando la comunicación entre profesores, científicos y todos los involucrados en la educación europea de las ciencias. Abarca todos los países de Europa y todas las disciplinas, destacando lo mejor de la enseñanza y la investigación de vanguardia y abogando por un enfoque interdisciplinar.

Para lograr estos objetivos, *Science and School* contiene una gran variedad de secciones como:

- Ciencia de vanguardia
- Material didáctico
- Proyectos de enseñanza de las ciencias
- Investigación y política educativa
- Entrevistas con profesores y científicos
- Reseñas de libros, películas, sitios web y otros recursos
- Noticias y eventos para los maestros y las escuelas
- Un foro de discusión on-line que permite a los lectores a formular preguntas, ofrecer soluciones y discutir temas de actualidad.

*Science in School* tiene carácter trimestral y está disponible gratuitamente. Aunque existe una versión impresa en inglés, los artículos on-line ([www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org)) se publican en muchos idiomas europeos. Actualmente está financiada y publicada por EIROforum (una asociación entre ocho de las mayores

organizaciones de investigación científica inter-gubernamentales de Europa) y tiene su base en el Laboratorio Europeo de Biología Molecular (EMBL) en Heidelberg, Alemania.

Entre los artículos de Ciencias de la Tierra publicados en *Science and School* destacamos “*Getting down to Earth: ideas for the earth science classroom*” (King, C, al. 2010), donde se da a conocer la creación del sitio web: Earth Learning Idea ([www.earthlearningidea.com](http://www.earthlearningidea.com)) coincidiendo con el año internacional del Planeta Tierra.

El sitio recoge una compilación de actividades sencillas y que requieren pocos recursos, diseñadas para trabajar en el aula o laboratorio en sesiones cortas. Algunas tienen carácter introductorio a los temas, otras son demostraciones sencillas de fenómenos. Están catalogadas por edades (entre 8 y 18 años) y pensadas para incentivar la investigación sobre el funcionamiento del planeta. Cada una de estas actividades se acompaña de notas de apoyo al profesor y existe un foro de debate en torno a cada una de ellas para discutir las propuestas con otros profesionales. La página web se divide en nueve categorías: “Tierra como un sistema”, “Energía de la Tierra”, “La Tierra en el espacio”, “Materiales de la Tierra”, “Evolución de la vida”, “Tiempo geológico”, “La investigación de la Tierra”, “Los riesgos naturales” y “Recursos y Medio ambiente”. Se incluyen actividades sobre los volcanes, los tsunamis, los dinosaurios, los terremotos de petróleo y gas, la permeabilidad del suelo, etc., y muchas veces se incluyen experimentos de seguimiento.

## **2.2 SCientix (La comunidad para la enseñanza de las ciencias en Europa)** (<http://www.scientix.eu>)

SCientix es un proyecto alojado en Xplora que cuenta, además de enlaces a eventos y jornadas, con un catálogo de Proyectos y una base de Recursos organizada en Materiales Didácticos, Biblioteca de informes, Cursos de formación –la mayoría se pueden seguir on line- y recursos de LRE. Sólo en Materiales didácticos sobre Ciencias Naturales para Secundaria podemos encontrar 663 resultados, relativos a las diversas áreas de este ámbito, como la biología, zoología, botánica, ciencias de la Tierra, educación ambiental, geología, astronomía, etc., y áreas afines como la química o la física.

Como recurso de aula de Ciencias de la Tierra, incluido en SCientix presentamos:

*Rastreamo terremotos: sismología en el aula*, (Kirschbaum, T y Janzen U, 2006) donde se muestran tres experiencias relativas a la transmisión de las ondas sísmicas:

- Reconstruyendo un antiguo sismógrafo chino: consistente en un cubo de basura invertido que proporciona el casco del sismógrafo, dos pequeños bloques de madera conectados mediante cinta y un péndulo que proporciona una masa central.
- Una sencilla máquina de ondas: fabricada con radios de bicicleta y cintas elásticas anchas
- Investigando construcciones anti-sísmicas con edificios construidos con spaguetis.

Por otra parte, alojado en SCientix se encuentra el proyecto global GEOSCHOOLS: Enseñanza de las Ciencias de la Tierra en Centros de Secundaria (<http://geoschools.geol.uoa.gr/>)

*GEO-Schools (2011-13)* es un proyecto de la Unión Europea financiado por los programas de Educación permanente (Lifelong Learning Programme) cuyo objetivo es

el de reunir a geólogos de distintas instituciones: universidades, museos, parques geológicos, instituciones de formación del profesorado y otras instancias educativas, con el propósito de ofrecer al profesorado de Ciencias de la Tierra un conjunto de estrategias y oportunidades de aprendizaje dirigido a los alumnos de enseñanza secundaria. El principal objetivo del proyecto es definir un "marco de principios básicos de formación o alfabetización geológica" para estudiantes europeos, y que pueda ser utilizado, al menos, para la revisión de los programas de educación secundaria obligatoria en los países participantes.

Los principales objetivos del proyecto son:

- a) salvar la distancia existente entre el conocimiento geológico científico y el conocimiento escolar.
- b) incrementar el conocimiento de los profesores y aumentar el interés de los estudiantes en la materia de Ciencias de la Tierra.
- c) mejorar la didáctica de las Ciencias de la Tierra en la Educación Secundaria en los países europeos.
- d) establecer y apoyar un gran acuerdo sobre iniciativas e investigación en Didáctica de las Ciencias de la Tierra.
- e) apoyar la educación para el desarrollo sostenible.

Los objetivos específicos y los resultados esperados son los siguientes:

- llevar a cabo un estudio sobre el interés por los conceptos geocientíficos.
- llevar a cabo un estudio comparativo sobre el plan de estudios nacional en Ciencias de la Tierra de los países participantes (Grecia, España, Italia, Portugal y Austria).
- desarrollar un diccionario académico de Ciencias de la Tierra multilingüe.
- generar un marco común sobre principios de alfabetización en Ciencias de la Tierra.
- desarrollar, probar y evaluar unidades didácticas en materia de Ciencias de la Tierra.
- prestar apoyo a los docentes y sus estudiantes en la didáctica de las Ciencias de la Tierra.

Alguno de estos resultados ya está disponible en la web.

### **3. EL PROYECTO GLOBE. (GLOBAL LEARNING AND OBSERVATIONS TO BENEFIT THE ENVIRONMENT) (<http://www.globe.gov/>)**

Hace ya algunas décadas que, en el ámbito de la investigación científica, se ha impuesto una visión holística sobre el Sistema Terrestre como única manera de comprender y abordar problemas que tienen consecuencias globales a escala del planeta. Trasladar este enfoque a la educación es un reto difícil pero necesario que requiere la participación de todos los sectores implicados, desde la formación inicial del futuro profesor, al diseño de planes de estudio adecuados en los distintos niveles educativos. Así han surgido proyectos, como GLOBE, de carácter internacional, que pretende abordar la investigación del planeta desde una perspectiva sistémica (Hernández, 2011).

GLOBE es un programa científico y educativo práctico cuyo trabajo se basa en la colaboración de centros escolares de Primaria y Secundaria de todo el mundo, promoviendo y apoyando la colaboración entre estudiantes, profesores y científicos para la planificación y elaboración de investigaciones acerca del Medio Ambiente y del Sistema Tierra. En este proyecto es fundamental la vinculación de los estudiantes y los científicos colaboradores, ya que se apoya en una metodología de aprendizaje basada en la investigación. El objetivo general de GLOBE es conseguir que la comunidad mundial de estudiantes, profesores, científicos y ciudadanos trabajen en conjunto para comprender y mejorar el conocimiento del Sistema Tierra y el mantenimiento y conservación del medio ambiente del planeta a escala local, regional y global. Así los datos de los estudiantes GLOBE son recogidos y accesibles en todo el mundo a través de la web.

Activo desde 1995, coincidiendo con “El día de la Tierra”, el Programa GLOBE se financia por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) y la Fundación Nacional de Ciencia de los Estados Unidos (NSF); además recibe el apoyo del Departamento de Estado de los Estados Unidos, y se implementa a través de un acuerdo cooperativo entre la NASA y la Corporación Universitaria para la Investigación Atmosférica (UCAR), contando con el apoyo clave de la Universidad Estatal de Colorado (CSU) que cumple funciones técnicas y de ayuda para el Programa.

Los objetivos específicos de Globe se pueden resumir en los siguientes:

- Mejorar el interés y avance de los estudiantes a través del curriculum, enfocándose en las investigaciones acerca del medio ambiente y las ciencias de la Tierra como sistema.
- Perfeccionar el conocimiento y apoyar las actividades de ciudadanos de todo el mundo en beneficio del ambiente.
- Contribuir a la comprensión científica del sistema Tierra.
- Inspirar a la próxima generación de científicos del mundo.

Actualmente GLOBE cuenta con 112 países participantes, y casi 60.000 profesores que representan a 24.500 centros escolares, en su mayoría de primaria y secundaria, aunque también hay centros universitarios. En España participan 295 centros educativos.

GLOBE aporta a los estudiantes de todas las edades la oportunidad única de generar preguntas y cuestiones de investigación en base a sus propios conocimientos y experiencias, apropiadas a su grado o nivel de estudios; planificar y desarrollar investigaciones significativas, en su entorno local, acerca del medio ambiente en cuatro áreas principales: atmósfera, agua, suelo y cubierta vegetal; descubrir nuevas informaciones, hacer análisis de datos y usar tecnologías colaborativas para recoger, comparar, interpretar y compartir los resultados de sus investigaciones y colaborar con científicos y estudiantes de otros países.

Los profesores se conectan a una red de trabajo internacional; participan en talleres de desarrollo profesional en aspectos relacionados con las ciencias del Sistema Tierra y tienen acceso libre a las Guías del Profesor GLOBE, videos, y otros recursos de gran calidad de la Librería Digital para la Educación del Sistema Tierra (DLESE).

Los científicos, por su parte, colaboran en las investigaciones de los estudiantes, actuando como mentores, y proporcionan recursos para los estudios de los alumnos. GLOBE sólo trabaja con equipos de investigación dispuestos a utilizar los resultados de los estudiantes. Detrás de todos los protocolos de medición hay un grupo de



investigación que los avala, han aprobado las especificaciones instrumentales y están dispuestos a revisar todos los datos para controlar la calidad de los trabajos. Además los equipos científicos están preparados para llevar a cabo investigaciones con los datos de los estudiantes y publicar sus resultados en la literatura científica (Butler, D. and MacGregor, I., 2003).

### **3.1. Las áreas de investigación del programa GLOBE**

El programa se divide en distintas áreas de investigación: Atmósfera, Hidrosfera, Suelo, Cobertura terrestre/Biología, Sistema Tierra y Vínculos con las Misiones Satélite.

#### *Atmósfera:*

Los estudios sobre la atmósfera pretenden aportar datos científicos para mejorar las predicciones sobre el cambio climático, y la interpretación de las observaciones por satélite.

Se centran en distintos tópicos: combinación atmósfera, superficie y temperatura del suelo; nubes y estelas; temperatura del aire, precipitaciones y humedad relativa; presencia de aerosoles, estudio del vapor de agua, rayos UV-A y Ozono superficial.

#### *Hidrosfera:*

Los datos sobre la hidrosfera intentan mejorar el seguimiento de las aguas superficiales tanto continentales, como costeras o marinas. Se centran en el estudio de transparencia, temperatura, pH, conductividad, salinidad, alcalinidad, oxígeno disuelto, nitratos, macroinvertebrados de aguas continentales y marinas.

#### *Suelos:*

El estudio de los suelos, su génesis y cambios, ayuda a la comprensión de su efecto sobre otras partes del ecosistema como son el clima, la vegetación y la hidrología. Se investigan la temperatura, humedad, caracterización de campo (estructura, color, consistencia, textura, y presencia de rocas, raíces y carbonatos), pH, densidad de partículas, distribución del tamaño de partículas y fertilidad.

#### *Cobertura terrestre*

Estudia la transferencia de energía entre los componentes terrestres y los ciclos del carbono y nitrógeno entre otros. Influye en el hábitat ecológico, el clima, la química del agua, etc. Los datos obtenidos a nivel superficial se comparan con los de teledetección.

#### *La Tierra como Sistema:*

Se estudia la fenología, es decir la respuesta de los organismos vivos a los cambios estacionales en su ambiente, que pueden servir para detectar la naturaleza y el alcance del cambio climático y sus efectos sobre las plantas y animales.

#### *Relaciones con las misiones de satélite:*

ESSP CloudSat, EOS Terra y Aqua, ESSP CALIPSO, Landsat, EOS Aura, AIM (Aeronomía de hielo en la Mesosfera), GOES, SPOT, TOMS, ESSP OCO, y varios satélites NOAA/NASA.

Además, se han ido implementando desde 2005, con el apoyo de la NASA y NSF, proyectos denominados ESSPs, es decir proyectos de vanguardia de las Ciencias del Sistema Tierra para estudiar e investigar la dinámica del medio ambiente terrestre desde una perspectiva sistémica y global. Podemos citar "FLEXE, de ambientes locales a ambientes extremos", que conecta la comunidad GLOBE con los investigadores del programa Ridge 2000; "Dinámica de cuencas hidrológicas", que capacita a los estudiantes para que estudien sus propias cuencas y comprendan la forma en la que

las actividades humanas dependen e impactan en su hidrología y sobre los ecosistemas que comparten, patrocinado por un consorcio de Universidades para el avance de la Hidrología; Estaciones y Biomas, dirigido por la Universidad de Alaska en Fairbanks, en colaboración con científicos del Centro de Investigación Internacional del Ártico (IARC), el Año Polar Internacional (API) y las misiones de satélites de la NASA, que estudia los distintos biomas locales a través de los ciclos estacionales proporcionando datos muy necesarios para validar la información de satélites utilizados en la investigación sobre el cambio climático regional, la prevención y el tratamiento de las enfermedades, y la comprensión de los ciclos de agua y carbono; y el “Ciclo del Carbono” dirigido por la Universidad de New Hampshire, que proporciona a los estudiantes la posibilidad de aplicar técnicas avanzadas en el estudio del ciclo del carbono en los ecosistemas terrestres.

### **3.2. Los materiales educativos**

GLOBE proporciona una gran variedad de materiales educativos para actividades de campo, de aula, experiencias interactivas y protocolos de investigación para la recogida de datos.

#### *La guía del profesor:*

Proporciona los protocolos, actividades de aprendizaje y hojas de datos, necesarios para cada investigación de las diferentes áreas. Contiene guías de campo y laboratorio, materiales necesarios, uso de los instrumentos y un glosario de términos. Desde sus inicios se han mejorado mucho, adaptándolas a los estándares nacionales de educación en ciencias, se han duplicado el número de protocolos, algunos que sólo son apropiados para determinadas áreas se incluyen como opcionales, y las secciones “Mirando datos” y GPS se incluyen en todos los materiales. Actualmente están disponibles en gran cantidad de idiomas, además de los seis de las Naciones Unidas.

#### *GLOBE elemental*

Para la escuela primaria, GLOBE ha desarrollado una serie de libros de historias o cuentos con actividades de aprendizaje diseñadas especialmente para los alumnos de la primera etapa de Primaria. Son particularmente interesantes, ya que introducen a los más pequeños en el ámbito de la investigación. Incluyen 5 módulos relativos a cada parte del Sistema Tierra.

#### *Módulos de enseñanza on-line*

Son recursos interactivos on-line para promover la comprensión de los contenidos del programa y los protocolos. Combinan gráficos interactivos y se desarrollan a través de un enfoque práctico.

#### *Actividades de uso de datos*

Los materiales educativos han sido diseñados para fomentar el análisis y la interpretación de datos por parte de los estudiantes. GLOBE proporciona herramientas on-line de recogida de datos y su representación gráfica.

Obviamente, los estudiantes que participan en el programa GLOBE aumentan notablemente sus capacidades científicas, su interés por la Ciencia, sus opciones para elegir una carrera científica y, en general, se estimula su capacidad de análisis y respuesta ante cuestiones, no sólo científicas, sino de cualquier ámbito social o cultural.

### 3.3. Un ejemplo de recurso: GLOBE elemental

Elegimos este recurso, ya que no es frecuente la introducción de la investigación científica en las aulas de Primaria, y menos en el primer ciclo.

Está constituido por una unidad educativa que contiene 5 módulos que abordan las Ciencias del Sistema Terrestre: Sistema Tierra, Nubes, Suelos, Estaciones y Agua. Cada módulo consta de los siguientes materiales educativos:

- *Un libro-cuento* que sirve de introducción, donde se plantea el problema de estudio especialmente adaptado para los niños de dicha edad (fig. 2) En el caso del Sistema Tierra, por ejemplo, se trata de una obra de teatro en la que cada niño representa una de las capas terrestres: atmósfera, hidrosfera, geosfera y biosfera. Discuten y analizan la importancia de sus papeles en la obra, llegando a la conclusión de que todos son igualmente importantes ya que interactúan entre ellos constantemente y no se pueden encontrar aisladamente.



Fig. 2. Materiales de GLOBE elemental

- *Un dossier de actividades de aprendizaje:* Se trata de completar la introducción creada por el cuento con actividades a realizar en el aula, perfectamente preparadas, explicadas y diseñadas como una investigación en la que se controlan distintas variables. En el caso del Sistema Tierra se proponen tres actividades complementarias:
  - El Sistema Tierra en una botella
  - Todos estamos conectados. Interacciones en el Sistema Tierra
  - El juego del Sistema Tierra que sirve de actividad evaluativa.
- *Una guía para el profesor:* En esta guía se explica cómo desarrollar el programa en el aula, qué habilidades y destrezas científicas se van a trabajar y cómo hacerlo, cómo llevar un diario de ciencia en el aula, cómo exponer los

resultados y obtener conclusiones, cómo implementar las actividades para distintos niveles, y un desarrollo de objetivos, experimentos, destrezas y materiales que se necesitan para cada actividad.

#### **4. ESSEA: EARTH SYSTEM SCIENCE EDUCATION ALLIANCE (<http://essea.strategies.org/>)**

Con el mismo espíritu sistémico que GLOBE, aunque de ámbito estadounidense, el Earth System Science Education Alliance (ESSEA) es un programa apoyado por la NASA, NSF y NOAA y llevado a cabo por el Instituto para las Estrategias Ambientales Globales (IGES) para mejorar la calidad de la enseñanza de las geociencias en niveles no universitarios. Iniciado en 2000, tiene como principal objetivo ofrecer una serie de cursos on-line para profesores, dando apoyo y asistencia técnica para favorecer la capacitación en el ámbito de las Ciencias de la Tierra, y generar la capacidad de que cada profesor pueda crear y compartir sus propios cursos.

Los profesores se forman también en técnicas docentes, de manera que el desarrollo de cada módulo se basa en estrategias de investigación como el aprendizaje basado en problemas, técnicas de aprendizaje cooperativo o la creación de pequeños grupos de investigación.

Aunque están dirigidos a los profesores, estos cursos ESSEA están también disponibles como recurso docente, y entre su oferta podemos encontrar materiales educativos diversos –lecturas, páginas web, datos para analizar, imágenes, vídeos, etc.- y una serie de actividades para desarrollar en el aula o laboratorio, con el nivel educativo recomendado o alternativas para otros niveles. Todos los materiales están disponibles de uso abierto en su página web.

##### **4.1. Los módulos ESSEA**

Los módulos ESSEA están divididos en los siguientes tópicos relacionados con las distintas capas terrestres y sus interacciones:

- *Atmósfera y Tiempo Atmosférico*

En estos tópicos se incluyen desde el estudio de fenómenos atmosféricos comunes como viento, nubes, humedad, precipitaciones etc.; fenómenos catastróficos como huracanes; impactos ambientales – ozono estratosférico, monóxido de carbono, polvo o aerosoles o contaminación volcánica-; y problemas globales como el cambio climático y su relación con otras capas del Sistema Terrestre.

- *Biosfera*

Aquí se pueden encontrar módulos relativos a deforestación, crisis de determinados animales en extinción, la importancia de los arrecifes de coral, extinciones en la historia de la Tierra y los impactos causados en la biosfera por la explotación de los recursos –fundamentalmente los combustibles fósiles-, o el cambio climático.

- *Clima*

Son módulos dedicados en especial al cambio climático actual o histórico, y se añaden aquí algunos de los módulos considerados en otros tópicos, dado el impacto ambiental que el cambio del clima causa o puede causar sobre el resto

de capas terrestres -hidrosfera, biosfera, criosfera y atmósfera-, en relación con su carácter sistémico.

- *Hidrosfera, Criosfera, Océanos*

Son tópicos diferentes, pero nosotros los agrupamos ya que se refieren a la misma capa terrestre. Se incluye el tratamiento de problemas de impacto ambiental como la acidificación de océanos y lagos; los cambios en el nivel del mar actuales o históricos; fenómenos como el Niño, que afectan al clima, o catastróficos como los tsunamis. Se subdivide aquí la Criosfera como una capa especial ya que se abordan problemas concretos como los cambios en los hielos árticos, la desaparición de los glaciares, modificaciones en el albedo etc.

- *Energía*

Son módulos que van desde el uso de energías renovables, a los impactos causados por los combustibles fósiles. Se incluye un módulo sobre Fracking - uno de los temas de mayor actualidad, que está causando gran polémica en todo el mundo, incluido nuestro país-.

- *Geosfera y Litosfera*

Recoge los distintos módulos tratados desde la perspectiva de su impacto en la superficie terrestre. Los más importantes son los relativos al impacto sobre el suelo y su pérdida como recurso.

- *Ciencias planetarias y del Espacio:*

Son proyectos que destacan por su originalidad, como el de terraformación de Marte, o su actualidad como el estudio de las manchas solares.

#### 4.2. Planteamiento Didáctico

Todos los módulos se planean con el mismo esquema:

- *Escenario*, donde se presenta el problema que se va a tratar.
- *Tarea* o cuestión básica que se va a investigar en relación con el problema tratado.
- *Recursos*: Material de distintas características -vídeos, textos, imágenes interactivas, datos, gráficas, informes- ordenados en base a su dificultad para su posible uso según la edad y características de los alumnos. Este material sirve de base para trabajar las investigaciones.
- *Ejemplos de investigaciones*: Se muestran distintas maneras de abordar en el aula la resolución del problema. Como ya hemos comentado se basan en técnicas didácticas como el aprendizaje basado en problemas o técnicas cooperativas como el puzzle, en el que cada grupo de alumnos se hace cargo de una parte del trabajo que luego se interrelaciona con el de los demás. En algunos casos se completan con actividades de aula. Incluyen la dificultad y la edad recomendada.
- *Relación con los estándares de educación*: en las distintas áreas y grados.

Existen también una serie de módulos para los niveles básicos de la educación primaria, que mantienen exactamente el mismo planteamiento didáctico, pero con temas y recursos más adecuados para esa edad.

### 4.3. Ejemplo de Recurso ESSEA: La erupción del Mt. Pinatubo.

**El Escenario:** Se presenta la erupción en 1991 del volcán Pinatubo que, tras 500 años inactivo, tuvo proporciones históricas. Aparte del impacto inmediato, se emitieron a la atmósfera enormes cantidades de gases, principalmente dióxido de azufre. Los aerosoles se distribuyeron a nivel mundial causando entre otros fenómenos un enfriamiento global. Las observaciones de satélite de los efectos de dicha erupción se han utilizado para reflexionar sobre el cambio climático y se han efectuado modelos de cómo afectan los aerosoles a la circulación general climática.

**La tarea** o cuestión a investigar es la siguiente: ¿Los volcanes alteran el clima de la Tierra? ¿Si es así, qué es exactamente lo que provoca esos cambios y durante cuanto tiempo?

**Recursos:** Se ofrecen distintos recursos como páginas web educativas (How Volcanoes Work, Volcano World, Volcanoes (USGS), 1991 Mt. Pinatubo, Cascades Volcano Observatory) con gran cantidad de materiales videográficos e interactivos, e información sobre las grandes erupciones mundiales; páginas y materiales de la NASA para estudiantes más mayores sobre misiones y controles de emisiones por satélite; vídeos, etc.

**Ejemplos de investigaciones:** Se diseñan distintas posibilidades. Nosotros nos vamos a referir a dos de ellas.

*Explorando el Medio: Volcanes* (dificultad media).

Se trata de una tarea para investigar y decidir sobre las siguientes cuestiones: ¿Qué pasaría si se construyese una nueva escuela de secundaria al pie del Monte Rainier? ¿Cuáles son las perspectivas de la población cerca del Kilauea? ¿Qué se debe hacer en Portland si el Monte Hood se comportase como el St. Helens? ¿Qué haríamos si nos encontramos ante una erupción en Yellowstone tan devastadora como un ataque nuclear?

La investigación redirecciona a la web: Exploring the Environment: Volcanoes, una página para los profesores con el desarrollo de distintos módulos y actividades de aula para completar la investigación. La propia presentación de la página indica una metodología didáctica de tipo colaborativo.

*Actividades sobre volcanes* (dificultad media) Para niños de grado elemental y medio

Se trata de un conjunto de actividades prácticas para el aula, con enlaces para el profesor y los estudiantes. Incluyen:

- a) Volcanes de gelatina. Para conocer cómo y por qué se mueve el magma en los volcanes.
- b) Capas de lava: Para aprender cómo se deposita la lava en erupciones múltiples.
- c) Lava con masa de pastel. Para comprender algunos de los procesos geológicos y las estructuras que se forman, como flujos de lava, mediante el uso de la masa del pastel como un análogo de lava.
- d) Montañas de fuego: Para investigar cómo el tamaño de partícula afecta al ángulo de la pendiente de un volcán.
- e) Viscosidad: Para determinar cómo fluye realmente un líquido en función de su viscosidad.

## 5. CONCLUSIONES

Con estos ejemplos -sin duda, podríamos haber elegido muchos otros- no pretendemos sino ver cómo, apoyados desde distintos proyectos internacionales, los recursos didácticos sobre Ciencias de la Tierra y la perspectiva sistémica van aumentando tanto en el estudio de tópicos en particular, como en el diseño de cursos generales.

Comprendemos que para los profesores noveles atreverse o decidirse a participar en este tipo de proyectos parece arriesgado; pero, aún sin registrarse, el usuario puede encontrar una enorme cantidad de materiales y recursos para el aula y poco a poco ir enriqueciendo su docencia. Si se avanza paulatinamente llega el momento en que tanto profesores como alumnos se consideren capacitados para incorporarse a las redes de trabajo, y se puede descubrir cómo nuestras ideas son celebradas y compartidas por otros compañeros en todo el mundo.

No hay excusa para no penetrar en el mundo que se nos ofrece. ¡Quizá el mayor problema sea el exceso de información! Nuestra intención es dar a conocer la existencia de estos recursos, y mostrar una pequeña parte de sus posibilidades. Es labor de cada profesor buscar, adaptar e implementar en su aula los que considere más interesantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTLER, D. AND MACGREGOR, I (2003) "GLOBE: Ciencia y Educación". *Journal of Geoscience Education*, v. 51, n. 1, p. 9-20
- CALONGE, A. (2012) "GeoSchools: una ventana abierta a la enseñanza de la Geología". En *II Conferencia del Proyecto GeoSchools, Geología y Sociedad: Alfabetización Geocientífica*. Eds. A. Calonge, G. Fermell, M.D. López Carrillo, G. Meléndez. Publ. Seminario de Paleontología de Zaragoza, 10, 7-10, Zaragoza.
- EURYDICE (2012) *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. CNIIE. Madrid
- ENCIENDE (2011) *Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. COSCE. Madrid.
- HERNÁNDEZ ARNEDO, M. J. (2011): "Educación para las ciencias del Sistema Tierra en el siglo XXI" *Alambique*, 67, p. 46-52.
- KING, C, DEVON, E AND KENNETT, P. (2010): "Getting down to Earth: ideas for the earth science classroom" *Science and School*, vol 15.
- KIRSCHBAUM, T Y JANZEN U. (2006): "Tracing earthquakes: seismology in the classroom". *Science and School*, vol 1.

