El estudio y conocimiento de la naturaleza ha sido siempre un objetivo educativo...

Todo ello supone la necesidad de trabajar educativamente en una forma diversificada y ambiciosa en la que vayan encontrando cabida el manejo de nuevas herramientas y tecnologías. Si en su momento fue el microscopio el "rey" de los laboratorios de ciencias y, en ocasiones, casi el aislado representante de la parte práctica de las asignaturas de ciencias naturales; hoy es posible abordar el estudio del medio ambiente en los institutos con el concurso de una amplia variedad potencial de herramientas, tecnologías y métodos de análisis. Algunas de éstas han estado desde hace tiempo al alcance teórico de los centros educativos, otras lo están desde hace poco. Muchas de ellas son herramientas caras para los presupuestos que manejan los centros, por lo que es preciso contar con la existencia de convocatorias y concursos que hagan posible hacer realidad un proyecto presentado por un grupo de profesores. La variedad, dotación o interés de estos programas o convocatorias varía de unas comunidades autónomas a otras, facilitando en diferente modo la posibilidad de mejorar las dotaciones de los centros al respecto. Exigen, por lo general, la presentación de proyectos de actuación con los recursos que se otorgarán, lo que no deja de ser una exigencia razonable e, incluso, obligada, habida cuenta de la existencia de recursos almacenados y sin utilizar en muchos departamentos que suponen un gasto desembolsado en su momento sin beneficio alguno. Afortunadamente, esta situación ha ido cambiando y es, hoy, cada vez menos frecuente, aunque también hay que señalar que ello suele ser a costa del esfuerzo, no siempre recompensado o reconocido, de profesores que añaden horas y trabajo a sus exigencias "normales" para mejorar con ello la calidad de su enseñanza.

El estudio del medio ambiente

El estudio del medio ambiente exige aplicar y desarrollar unos conocimientos básicos en un contexto caracterizado por su complejidad. El medio ambiente es lo que en teoría general de sistemas se denomina un "sistema complejo". Eso significa que para abordarlo es preciso tratar de no perder de vista la realidad conjunta o global del mismo. Dicho de otro modo: el abordaje del medio ambiente pide una aproximación de sistemas. Sin embargo, eso no significa que el estudio del medio ambiente no permita el empleo de técnicas de análisis (dividir el todo el partes y analizarlas) o aproximaciones "reduccionistas". Más bien exige el empleo de ambos métodos. Por ello, resulta un campo de estudio apropiado para ensayar técnicas, métodos y

herramientas científicas muy diversas. Es un campo propicio a la experimentación educativa basada en el desarrollo de "pequeñas investigaciones". Si éstas, además, son multidisciplinares, tanto mejor.

Un pequeño repaso (y meramente superficial) a los tipos de estudios abordables desde el espacio educativo de las enseñanzas secundarias en materia ambiental puede ser contemplado en el cuadro I. en todos ellos, como puede observarse, tiene no solo cabida, sino un papel destacado, el uso de herramientas informáticas.

Cuadro I. *Tipos principales de estudios ambientales abordables en Educación Secundaria, con indicación de algunos materiales, técnicas y aparatos relacionados.*

Tipos de estudios	Materiales y técnicas relacionadas	Herramientas y aparatos susceptibles de ser empleados
Estudios de climatología y meteorología		
Observación meteorológica.		
Tablas de nubes.		

Confección e interpretación de climodiagramas.

Tablas de datos climáticos y tratamientos estadísticos.

Consulta de bibliografía.

Internet.

Casetas meteorológicas y aparatos de medición: termómetros, barómetros, pluviómetros, etc.

Sistemas sencillos de análisis de aguas (pluviosidad): pHmetro

Ordenador y programas de tratamiento de datos.

Conexión a Internet.

Estudio de la geología regional o local

Manejo de cartografías de diferente tipo (topografía y geología).

Análisis de fotos áreas.

Análisis de imágenes satélite.

Consulta de bibliografía.

Internet.

Estereoscopios.

Microscopio geológico.

Cámara de fotos.

Brújulas, clinómetros.

Ordenador y programas de manejo de mapas.

GPS

Conexión a Internet.

Estudio de la vida silvestre regional o local

Manejo de cartografías de diferente tipo (flora y vegetación).

Manejo de claves de identificación.

Atlas de distribución.

Guías de reconocimiento.

Consulta de bibliografía.

Internet.

Prismáticos

Prensas botánicas.

Lupas de campo y binoculares.

Cámara de fotos.

Microscopios ópticos.

Pinzas, lancetas,

Ordenador y programas de manejo de mapas.

GPS

Conexión a Internet.

Estudio de ecosistemas

Manejo de cartografía temática.

Técnicas de análisis del medio físico.

Bibliografía.

Internet.

Todo lo referido a estudios sectoriales (geológicos, botánicos, etc)

Sistemas y sensores de medición de variables del medio físico (pHmetros, luxómetros, termómetros, etc

Cámara de fotos

Ordenador y consolas de toma de datos informatizados.

GPS.

Conexión a Internet.

Los utilizados para estudios sectoriales.

Estudio de calidad y gestión de recursos (por ejemplo, aguas o energía) y residuos (por ejemplo, RSU)

Técnicas de análisis de aguas.

Técnicas de análisis de la producción de residuos: estimación y cálculos de residuos.

Datos de consumo.

Criterios de valoración de la calidad de algunos recursos para distintos usos.

Manejo de herramientas estadísticas sencillas

Bibliografía.

Internet.

Aparatos de medidas de variables y parámetros de calidad de agua: pH, conductividad, temperatura, ox

Cámara de fotos.

Ordenador y consolas de toma de datos informatizados.

Conexión a Internet.

Estudios de impactos ambientales y estudios de ordenación y planificación territorial

Manejo de cartografía de diferentes tipos.

Técnicas de valoración de impactos (matrices causa-efecto, etc.)

Técnicas de resolución de conflictos y de toma de decisiones

Algunos relativos a estudios sectoriales.

Bibliografía

Internet

Cámara de fotos.

GPS.

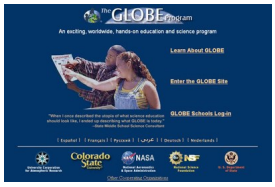
Ordenador y programas de manejo de datos y, eventualmente, cartográficos.

Conexión a Internet.

Algunos relativos a estudios sectoriales.

El análisis del medio ambiente global: proyecto "Globe"

Globe es el nombre de una iniciativa educativa radicada en Estados Unidos, pero que posee un enfoque internacional. Fue presentada en 1994 por el entonces Vicepresidente de Estados Unidos, Al Gore, y se inició el "Día de la Tierra" (22 de abril) de 1995. Está coordinada por un programa federal apoyado por la NASA, la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF), el Departamento de Estado, la Corporación Universitaria para la Investigación de la Atmósfera y la Universidad del Estado de Colorado. Posee un portal central que permite acceder a cualquier interesado a la mayoría de sus contenidos, incluyendo la consulta de datos, el acceso a la información básica, la lectura de los protocolos de toma de datos, etc. Tan solo para introducir nuevos datos es preciso formar parte del proyecto y estar dado de alta, puesta que la entrada a estas opciones exige utilizar una contraseña. La dirección URL del portal es www.globe.gov .



Portal del Programa Globe . Hay un acceso en español, aunque la mayoría de los contenidos no está

Muchos países (alrededor de un centenar) participan hoy en el programa, estando España entre ellos. En nuestro país, desde el año 2001 la coordinación estatal radica en el Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE) del Ministerio de Educación y Ciencia, existiendo, además, una coordinación autonómica en cada una de las CC.AA. interesadas. Puede accederse al portal español a través de las páginas del CIDE (wwwn.mec.es/cide/index

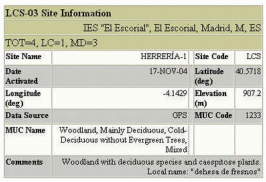
.htm).

El proyecto *Globe* trata de facilitar la toma de datos ambientales en los centros educativos poniendo a disposición de los mismos diversas herramientas, que incluyen desde los sistemas de medición hasta los protocolos para realizarlas. Los datos recibidos son almacenados en una base de datos a la que se puede acceder desde la misma página web.

El proyecto se centra en cuatro áreas temáticas: atmósfera, hidrología, cobertura terrestre y edafología. Cada centro que participa en el programa puede optar en su proyecto concreto por el área o las áreas que trabajará, pudiendo elegir todas o solo algunas. Para cada una de ellas existen protocolos de toma de datos que orientan sobre el proceso y la metodología de medición, que es específica del programa, debiendo realizarse las medidas con instrumental homologado por el programa.

Caseta meteorológica necesaria para la toma de datos meteorológicos que luego serán enviados por in

En cualquiera de las áreas, los centros educativos han de tomar datos dentro de un cuadrado de 15 km x15 km situado alrededor de su ubicación. Se dispone de un GPS para obtener las coordenadas del centro y las de todos aquellos puntos de muestreo, cuya ubicación y características han de ser enviadas al portal internacional antes de tomar los datos.



LCS-03 Site Information			
IES "El Escorial", El Escorial, Madrid, M, ES			
TOT=4, LC=1, MD=3			
Site Name	HERRERÍA-1	**Site Code**	LCS
Date Activated	17-NOV-04	**Latitude (deg)**	40.5718
Longitude (deg)	-4.1429	**Elevation (m)**	907.2
Data Source	GPS	**MUC Code**	1233
MUC Name	Woodland, Mainly Deciduous, Cold-Deciduous without Evergreen Trees, Mixed		
Comments	Woodland with deciduous species and caespitose plants Local name: "dehesa de fresnos"		

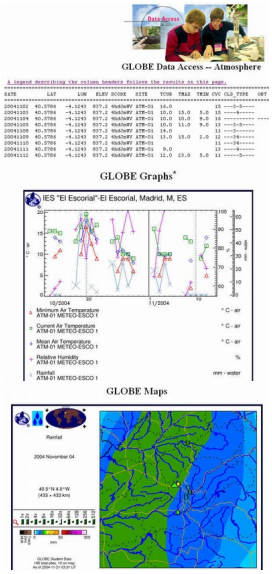
Información básica de cada punto de muestreo. En la imagen la relativa a uno de los puntos de toma de

Los datos obtenidos en cada muestreo (cuya periodicidad variará según el área temática elegida) se envían al programa a través del portal *Globe* en internet, pudiendo ser luego consultados por cualquiera, al ser de acceso libre. De esta manera cualquier centro (o cualquier usuario de internet) puede consultar estos datos y también los que el propio programa incluye, como son los obtenidos por medio de tecnologías satélite, juegos educativos, etc.

Presentación de datos incluidos en la base de datos de un centro educativo desde la pantalla que perm

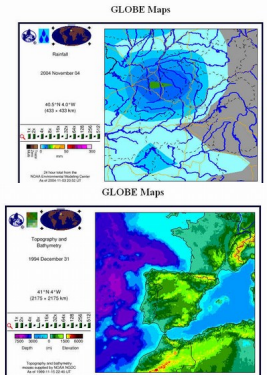
En realidad para poder trabajar con datos "*Globe"* tan solo se precisa un ordenador con conexión a internet, mientras que si se quiere tomar datos ya es necesario participar oficialmente en el proyecto y disponer de los sistemas de tomas de datos homologados por el programa (termómetros, conductímetros, tubos de turbidez, etc.).

Los datos de los centros educativos inscritos en el programa pueden ser consultados en el portal *Globe* en forma de tablas, gráficos o mapas. Pueden realizarse comparaciones entre centros o entre fechas.



Distintos tipos de presentaciones de los datos (tablas, gráficos y mapas) para su consulta desde el por

Asimismo es posible observar datos recolectados por centros de investigación y manejar así imágenes y mapas diversos que ilustran sobre los cambios ambientales que ocurren en el planeta.



Imágenes procedentes de datos obtenidos mediante teledetección que es posible obtener a través de la

Laboratorio asistido por ordenador (LAO)

Como hemos visto, para acometer pequeños estudios sobre el medio ambiente desde un centro educativo, resulta bastante útil disponer de tecnologías informáticas que nos faciliten tres tipos de cosas: (1) fuentes de información (básicamente resuelto con un acceso a internet, pero también puede ser necesario el manejo de software específico en algunos casos), (2) almacenamiento y tratamiento de datos (a partir de aplicaciones de bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de textos, gráficas, software de tratamiento matemático de datos, etc.) y (3), en el nivel más sofisticado, toma automatizada e informatizada de datos a través de sensores y un software específico para su tratamiento y manejo. Esto último es lo que nos permite hablar de "*laboratorios asistidos por ordenador*" (L.A.O. en las siglas habitualmente utilizadas para referirse a ellos).

Laboratorio asistido por ordenador: sensores, consola y ordenadores con software para la captación y e

El laboratorio asistido por ordenador permite, por tanto, realizar experiencias de laboratorio en las que la propia toma de datos sucede conectada a un sistema informático capaz de almacenar esos datos, procesarlos y presentarlos en diversas formas útiles. Naturalmente, la mayor o menor disponibilidad de sensores capaces de realizar diferentes tipos de medidas nos permitirá realizar distintos tipos de análisis. Por lo general, los equipos de L.A.O. suelen incluir un número variable de sensores que suelen incluir desde termómetros hasta barómetros, pasando por medidores de pH, conductividad, oxígeno disuelto, intensidad de corriente, voltaje, dióxido de carbono, etc. Diferentes casas comerciales ofrecen distintos tipos de equipos. Dado el gasto necesario para dotarse de estas herramientas, por lo general es necesario contar con la existencia de convocatorias realizadas desde las administraciones educativas y destinadas a los centros que posibiliten su adquisición a partir de una selección de proyectos.

Los equipos de L.A.O. requieren al menos un ordenador (siendo recomendable, aunque no indispensable contar con una red de ordenadores) e incluyen por lo general una consola portátil que funciona conectada a la red o con baterías, lo que permite sacarla del laboratorio y llevarla al campo. A dicha consola se le acoplan los sensores y ella almacena los datos obtenidos que, luego, pueden ser volcados al ordenador donde se ha instalado el software necesario para manejar y presentar los datos en diversos formatos.

Consola y sensor de uno de los equipos de L.A.O. disponibles en el mercado

Estas tecnologías nos permiten realizar las prácticas tradicionales de laboratorio (como la curva de evolución del pH en un experimento de neutralización, por ejemplo) con la ventaja de poder tomar datos de manera automatizada y con ritmos impensables mediante las técnicas manuales tradicionales (se permite obtener datos con ritmos de varias tomas en un segundo, por ejemplo, o en números de centenares, o durante muchas horas con ritmos lentos). También podemos manejar los datos exactos de cada toma en tablas que el programa de software nos edita y que, por lo general, nos permitirá exportar a otras aplicaciones.

Dos tipos de salidas gráficas y en tablas de los datos a través de pantalla en una experiencia realizada

Pero, además, nos permiten utilizar todas estas ventajas en proyectos más ambiciosos de análisis ambiental en forma de pequeñas investigaciones sobre el entorno. En este caso, el diseño de los proyectos específicos ha de tener en cuenta las posibilidades de toma de datos que el instrumental disponible en el centro permite, naturalmente.

Se abre así un amplio abanico de posibilidades de trabajo educativo que hace mucha más atractiva y real la enseñanza de la ciencia en nuestros institutos, aunque es preciso insistir en que eso suele reportarnos un enorme cantidad de trabajo extra (que, aunque muy gratificante en lo personal, no siempre adopta la forma de un reconocimiento profesional real) y ello tanto a profesores como a alumnos. Además, encontraremos diversos obstáculos, a veces de difícil superación, a la hora de ponerlos en práctica, como son, por ejemplo, la dificultad de compatibilizar estos trabajos con las organizaciones horarias habituales de los centros (a menudo algunas experiencias exigen disponer de más tiempo continuado del que se suele disponer por materia; en todos los casos, los tiempos destinados a estos trabajos, exigen una reorganización de contenidos y de enfoques); o la dificultad de trabajar en este tipo de proyectos con el número habitual de alumnos que tenemos en cada grupo (por otra parte, los propios L.A.O. suelen disponer de muchas menos plazas de las que forman el grupo-clase), etc.

En cualquier caso, las ventajas que se obtienen son lo suficientemente atractivas como para esforzarse en ir implantando poco a poco este tipo de tecnologías en nuestra práctica

educativa, exigiendo a la par a nuestras autoridades más apoyos y recursos para hacer viable esta nueva línea de mejora de la calidad educativa de nuestros centros. La enseñanza de las ciencias y la educación ambiental del siglo XXI nos exigirá a todos introducir estas y otras metodologías y técnicas en nuestra práctica educativa. Las administraciones educativas deberán hacérnoslas posibles y apetecibles a los centros.

José Antonio Pascual Trillo
Catedrático de Biología y Geología
Coordinador del proyecto GLOBE - IES El Escorial
IES El Escorial