Geo-Temas

Volumen 7

Simposio Homenaje a D. Daniel Jiménez de Cisneros y Hervás

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

SIMPOSIO
Homenaje a D. Daniel Jiménez
de Cisneros y Hervás

SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA

La Sociedad Geológica de España fue fundada en 1985 y tiene como fines la promoción, fomento y difusión del conocimiento, progreso y aplicaciones de la Geología, el asesoramiento en materia científica y educativa a las Instituciones y Entidades que lo requieran, y la representación de los intereses científicos de la comunidad geológica de España a nivel internacional. Sus miembros tienen derecho a participar en todas las actividades organizadas por la Sociedad, a optar a ocupar cualquiera de sus cargos directivos y a recibir gratuitamente las publicaciones periódicas de la Sociedad: Geogaceta y Revista de la Sociedad Geológica de España.

Junta de Gobierno de la Sociedad Geológica de España

Alfonso Meléndez Hevia (Presidente)
José Mangas Viñuela (Vicepresidente)
José Eugenio Ortiz Menéndez (Secretario 1º)
Gabriel Gutiérrez Alonso (Tesorero)
Juan Antonio Morales (Vicesecretario)
Rosa Tejero López (Secretario 2º)
Irene de Bustamante Gutiérrez (Vocal)
Ana Rosa Soria de Miguel (Vocal)
Ángela Alonso Millán (Vocal)
Juan Carlos Cañaveras Jiménez (Vocal)
Ana Crespo Blanc (Vocal)
Julia Cuevas Urionabarrenechea (Vocal)
Pablo Gumiel Martínez (Vocal)

Editores de la Sociedad Geológica de España

Carlos Sancho Marcén (Editor Principal)
Maria José Huertas Coronel (Editor Adjunto 1º)
Ferrán Colombo Piñol (Editor Adjunto 2º)

Dirección de la sede de la Sociedad Geológica de España: Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Plaza de la Merced s/n, 37008 Salamanca.

GEO-TEMAS

Geo-Temas es una publicación de carácter no periódico en la que se recogen resúmenes extensos de las comunicaciones presentadas en los Congresos Geológicos que, con carácter cuatrienal, celebra la Sociedad Geológica de España, así como en los congresos, simposios u otras reuniones de carácter científico organizados por las Comisiones de la SGE y las asociaciones afiliadas o vinculadas a ésta mediante convenios específicos. La publicación de los resúmenes de comunicaciones presentadas a cualquiera de estos eventos es resultado del acuerdo entre los órganos rectores de la Sociedad Geológica de España y los comités organizadores de dichos actos. Los organizadores de cada reunión son responsables de la obtención de los fondos necesarios para cubrir en su totalidad la edición y difusión del correspondiente número de Geo-Temas. Al no constituir una publicación de carácter periódico y no estar contemplada estatutariamente dentro de la SGE, Geo-Temas es distribuida exclusivamente a los inscritos en los actos a los cuales va dirigida la edición, reservándose no obstante un cierto número de ejemplares para su distribución por parte de la Sociedad Geológica de España.

La Sociedad Geológica de España no se hace responsable de las opiniones vertidas por los autores de los artículos firmados, siendo por tanto responsabilidad exclusiva de los autores respectivos. La propiedad intelectual atribuye al autor la plena disposición y explotación de la obra creada, de acuerdo con las leyes vigentes. Queda prohibida la reproducción total o parcial de textos e ilustraciones de esta revista con fines comerciales sin autorización escrita de la Sociedad Geológica de España. Se permite sin necesidad de autorización la reproducción en fotocopias para uso personal.

Depósito legal: MU-1170-2000
ISSN: 1567-5172
Fotocomposición e impresión: Compobell, S.L. Murcia

La educación científica: los experimentos de Van Helmont y Priestley

V. J. Mangas Martín, P. Martínez Núñez y M. A. Oltra Cámara

Dpto. CC. de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. Correos, 99. 03080 Alicante. vj.mangas@ua.es, Pilar.Martinez@ua.es, marco.oltra@ua.es

ABSTRACT

Scientific knowledge and skills acquired by students during pre-university education has diminished since legislative changes were introduced in Spain during the 1990's. As a result, education in the field of science is suffering. Some initiatives are currently underway in Great Britain and the United States to improve pre-university education in the sciences. This paper discusses these methods and proposes possible adaptations for the Spanish system. Information technology (IT) presents educators and teachers with innovative teaching tools, which are very well-received by students/ to which students are already accustomed, and can be used to complement other basic methods such as laboratory and field work. The Plant Physiology Area of the Earth and Environmental Sciences Department of the University of Alicante is developing projects based on the use of IT as a teaching tool in science education. This article presents two interactive animations based on the historical experiments designed by van Helmont and Priestley in order to motivate students and to teach them some of the concepts of plant nutrition and the relationship between photosynthesis and respiration, respectively.

Key words: *Science education, information technology (IT), Van Helmont and Priestley experiments, interactive animations in Biology.*

EL CONOCIMIENTO Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

El conocimiento científico y las destrezas de los estudiantes de enseñanzas anteriores a la universidad han disminuido en una proporción difícil de cuantificar, tras los cambios legislativos introducidos a principios de los años noventa en España. Como consecuencia, la enseñanza de las ciencias actualmente está atravesando momentos delicados en España. Otros países de la Unión Europea, como Gran Bretaña, también presentan el mismo problema. Prueba de ello es el hecho de la escasez de alumnado en algunas titulaciones universitarias de ciencias e ingeniería, así como la escasa puntuación alcanzada en pruebas internacionales. Pero esta situación podría empeorar en los próximos años si en España se confirma el descenso del número de estudiantes de ciencias, fenómeno que ya se está produciendo en escuelas y universidades de Gran Bretaña en la última década, lo que ha traído consigo una disminución del número de profesores de ciencias, de forma que, por ejemplo, en el año 2000 sólo se cubrieron 200 de las 800 vacantes de profesores de física.

Lo descrito anteriormente sucede a pesar de que España se encuentra situada entre los quince primeros países en investigación científica a nivel mundial y que Gran Bretaña ocupa uno de los primeros lugares. A principios de 2004, el ISI (Instituto Thomson para la Información Científica, de Estados Unidos) ha publicado un trabajo con los 4800 investigadores más citados de mundo, distribuidos en 21 campos científicos, referidos a biología, medicina, física, química, ingeniería y ciencias sociales, tras analizar 19 millones de artículos y 5 millones de autores, entre 1981 y 1999 (http://hcr3.isiknowledge.com/home.cgi). En dicha clasificación, aparecen 12 científicos españoles pertenecientes a 10 campos científicos diferentes (Física, Biología Molecular y Genética, Agricultura, Ecología y Medio Ambiente, Química, Neurociencia y Farmacología, Medicina Clínica, Informática, Inmunología y Matemáticas), que trabajan cinco de ellos en cuatro universidades españolas (Autónoma de Madrid, Barcelona, Valladolid y Zaragoza), cuatro en centros de investigación del CSIC y los restantes en el CNIO, en el CIEMAT y en el laboratorio farmacéutico Almirall Prodesfarma. Por su parte, Gran Bretaña cuenta con 352 investigadores más citados durante las dos últimas décadas del siglo XX, de Japón aparecen 193 investigadores, de Alemania 192, de Canadá 145, de Francia 113, de Holanda 65, de Italia 46, de Suecia 45, de Israel 37, de Bélgica 24, de Dinamarca 23 y de China 13. Algunos países que muestran un menor número de investigadores más citados que España son India que cuenta con 8, Finlandia y Noruega con 7, Rusia con 5,

Irlanda y Brasil con 4, Grecia con 3, Polonia con 2, Portugal con 1 y Turquía con 0. Evidentemente, el país con el mayor número de investigadores más citados es Estados Unidos con 3124. Estos investigadores han demostrado una gran influencia en su campo, manifestada en el número de veces que sus colegas han citado sus artículos. Próximamente, va a publicarse la búsqueda referida al período 1983-2002, con 21 millones de artículos y 5,1 millones de nombres de autores, en la que aparecen unos mil nombres nuevos. Datos obtenidos por este mismo Instituto Thomson ISI indican que la ciencia española, en su conjunto, se situaba, en 2004, en el undécimo lugar a nivel mundial.

Para intentar revertir esta situación de crisis de la enseñanza de las ciencias, en Gran Bretaña, se está desarrollando desde Septiembre de 2002 el programa INSPIRE (Innovative Scheme for Post-docs in Research and Education), avalado por el Imperial College de Londres en colaboración con una compañía farmaceútica, que ofrece tres años de contrato a investigadores postdoctorales, combinado con un curso de formación de profesores (Peplow, 2004). Dichos jóvenes investigadores postdoctorales emplean la mitad de su tiempo enseñando en escuelas de primaria y secundaria de Londres. Se pretende, sobre todo, impulsar las vocaciones científicas en los estudiantes de primaria con el fin de asegurar una próxima generación de científicos y cambiar la tendencia de descenso en el número de alumnos y profesores de ciencias. El programa representa una colaboración entre la universidad, la empresa y las autoridades educativas y se va a extender a otras universidades y escuelas del país. El papel de los investigadores postdoctorales en las escuelas, con su experiencia y formación, puede ayudar a los estudiantes a acercarse a la ciencia. Transcurridos los tres años, los investigadores postdoctorales optan por continuar su trabajo en centros universitarios o dedicarse a la enseñanza en las escuelas. ¿Por qué no hacer una aplicación similar en España, ofreciendo un trabajo digno y meritorio a jóvenes doctores, a tiempo parcial, con el fin de estimular el interés por las ciencias y la investigación y aumentar el nivel científico de los estudiantes de nuestras escuelas, colegios e institutos?

NUEVOS RECURSOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Debido al crecimiento explosivo del conocimiento científico, los estudiantes de hoy necesitan aprender y manejar conocimientos básicos en continua expansión. También se espera de ellos que comprendan y sigan la información cruzada entre diferentes disciplinas, para lo que necesitan conocer aspectos fundamentales de varias materias y, lógicamente, han de ser capaces de integrar dicho conocimiento (Mangas, 1982). Por otro lado, recientemente, diversos autores del King College de Londres (Dillon *et al.,* 2004) consideran que los métodos de enseñanza de las ciencias están dominados por la idea de que la ciencia es neutral, objetiva y desapasionada, cuando, en realidad, esas premisas no se dan, actualmente, respecto, por ejemplo, a los debates sobre los cultivos transgénicos y a las células madre. De ahí que propongan una revisión de los métodos de enseñanza para motivar a los profesores a que expongan ante sus alumnos sus puntos de vista y expliquen cómo y por qué han alcanzado esa opinión, con lo que se conseguirán en los alumnos opiniones más positivas y realistas de la ciencia, y se desarrollarán en ellos habilidades para que diferencien y analicen teorías, encuentren más información y no acepten automáticamente la información recibida.

Los estudiantes de hoy son claramente diferentes de los de hace unos años porque se encuentran influenciados por unos recursos nuevos, principalmente el uso de ordenadores y de Internet, que genera en ellos diferentes expectativas. Los profesores deben salir al encuentro de esas expectativas, no quedarse atrás y utilizarlas para motivar al alumnado, haciendo que dichas herramientas contribuyan a su formación científica tanto durante su enseñanza reglada como durante su ejercicio profesional. Pero frente a esta tendencia de uso entusiasta de las tecnologías de la información (TI) existen profesores de ciencias que prefieren la "cosa real", es decir, que consideran que la emoción, la motivación, la inspiración que proviene del contacto directo con los seres vivos o con procesos que ocurren en los seres vivos no se produce con una presentación en PowerPoint o una animación (Tranter, 2004). Por ello, combinar actividades prácticas de laboratorio y de campo con el uso de las TI resulta, hoy, la mejor manera de acercar el conocimiento, las destrezas o habilidades y las actitudes de las materias de ciencias a los estudiantes.

ALGUNAS APLICACIONES DE LAS TI EN BIOLOGÍA

Recientemente, se están desarrollando iniciativas en relación con la enseñanza de la Biología, como la promovida por el Instituto Nacional de la Salud de los EE.UU. titulada "Digital Biology: The Emerging Paradigm", que durante los próximos 10 años pretende entremezclar programas biomédicos con biología y medicina, usando TI como herramienta de enseñanza, de forma que los estudiantes aprendan a usar más eficientemente las TI (Huang, 2004). Las TI proporcionan a profesores y educadores métodos de enseñanza innovadores, que son muy apreciados por los estudiantes, dado su alto nivel de destreza en dichas tecnologías, por lo que éstas deben ponerse al servicio de la enseñanza de las ciencias. A veces las TI se limitan a buscar información en la web, sin embargo se pueden crear escenarios de aprendizaje o animaciones en el ordenador y posteriormente colgarlos en la web para un acceso restringido a nuestros alumnos o bien ofrecerlos a toda la comunidad.

También destaca el proyecto SUMMIT (Stanford University Medical Media and Information Technologies) de laboratorios virtuales de la Facultad de Medicina de la

Universidad de Stanford, creado en 1998 y cuyo principal objetivo es incrementar la formación científica de los estudiantes mediante el uso de recursos multimedia interactivos en la enseñanza de conceptos de biología y difundirlos vía internet, generalmente de modo restringido. A través de animaciones y simulaciones, los estudiantes visualizan e interactúan con procesos dinámicos en el cuerpo humano, presentados de manera flexible y con enfoque multidisciplinar (como biomedicina, informática médica y bioingeniería). Las animaciones y simulaciones del laboratorio virtual intentan captar la atención de los estudiantes mostrando primero los conceptos y procesos y luego ofreciendo un juego de simulación o problema en el que los estudiantes han de aplicar dichos conceptos. En los cuatro años que se viene aplicando el programa de laboratorios virtuales, éste ha dado muy buenos resultados, a juicio de sus responsables (Huang, 2004).

Por último, en el área de Fisiología Vegetal del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante, con el apoyo del Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad para la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza, estamos desarrollando un proyecto de elaboración de materiales multimedia para exponerlos en el aula y difundirlos en la plataforma Campus Virtual para que nuestros alumnos se beneficien de las TI en su aprendizaje de la materia Fisiología Vegetal. Con esta finalidad hemos diseñado dos animaciones que recogen dos experimentos históricos, uno de Jan Baptista van Helmont (1577-1644) y otro de Joseph Priestley (1733-1804), así como animaciones que muestran conceptos básicos como turgencia, plasmolisis y plasmolisis incipiente y también una animación que aborda las relaciones hídricas en plantas en la que el estudiante interactúa introduciendo valores de potencial hídrico, temperatura y humedad relativa con lo que induce variaciones en el flujo de agua en las interfases suelo-raíz, raíz-xilema, xilema-hoja, hoja-floema y hoja-atmósfera.

En este trabajo se exponen las animaciones realizadas mediante Macromedia Flash Player sobre los históricos experimentos de van Helmont, de 1624 (Mangas *et al.*, 2004) y de Priestley, de 1771 (Mangas *et al.*, 2004).

La primera animación intenta mostrar la contribución del agua al crecimiento de un sauce y la interpretación dada por el médico y químico flamenco Jan Baptista van Helmont, mediante tres preguntas que hacen que el estudiante de Fisiología Vegetal interactúe con la animación y no se limite a visionarla de manera pasiva y ofreciendo una introducción y un desarrollo que ayuda a comprender aspectos relevantes de la nutrición de las plantas. Se trata de un experimento cualitativo y cuantitativo, diseñado de manera cuidadosa, probablemente el primero en Biología, que van Helmont interpretó erróneamente al atribuir el aumento de peso del sauce casi exclusivamente al agua, sin valorar el importante papel de la fuente de todo el carbono de la biomasa, el dióxido de carbono del aire, en el crecimiento de las plantas (y ello a pesar de que van Helmont conocía que hay varias clases de aire y que había identificado dicho gas como producto de la combustión, de la fermentación y de la acción de los ácidos sobre la caliza (De la Rosa *et al.*, 1990).

La segunda animación se refiere a la circulación del oxígeno procedente de la fotosíntesis de una planta, durante el día, a través de un circuito cerrado donde vive un ratón encerrado en una campana, que consume dicho oxígeno en su respiración. Muestra la relación entre ambos procesos, cambiantes a lo largo del día y de la noche, de acuerdo con la formulación del pastor inglés Joseph Priestley, quien descubrió en 1771 que "la vegetación purifica el aire viciado por la respiración de los animales o por la combustión" y tres años después, por vía química, el elemento oxígeno, al que llamó "aire deflogisticado". La animación presenta, pues, una aportación trascendental en la historia de la ciencia: la explicación racional del papel de las plantas en la purificación del aire.

Las animaciones pueden visionarse en el aula al inicio de la exposición de los temas de nutrición de las plantas y de la fotosíntesis. Muestran contenidos científicos mediante imágenes diseñadas con técnicas "familiares" para los estudiantes lo que implica un componente de motivación, analizan conceptos previos, introducen aspectos de historia de la ciencia, revisan diseños experimentales, relacionan conceptos de química, fisiología y física y, por último, promueven debates. Estos recursos educativos también pueden ofrecerse, a través de internet, de manera restringida –a los estudiantes de las asignaturas en la plataforma Campus Virtual de la Universidad de Alicante– o de manera abierta.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de un proyecto de investigación para la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza, convocatoria 2003, del Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad de la Universidad de Alicante.

REFERENCIAS

De la Rosa, M. A., Hervás, M., Serrano, M. y Losada, M. (1990): *Fotobioquímica*. Editorial Síntesis. Madrid.

Dillon, J., Grace, M. y Oulton, C. (2004): Some critical reflections on the teaching of controversial issues in science education. *Development Education Journal*, 10: 3-6.

Huang, C. (2004): *Virtual Labs: E-learning for Tomorrow*. Public Library of Science (PLoS) Biology, 2, nº 6.

Mangas Martín, V. J. (1982): La enseñanza de las Ciencias Naturales en las Escuelas Universitarias del Profesorado de EGB. *Actas I Symposium Internacional de Didáctica General y Didácticas Especiales*. Málaga.

Mangas, V. J., Martínez, P. y Oltra, M. A. (2004): *Experimento de van Helmont (1577-1644)*. CD-ROM. Universidad de Alicante.

Mangas, V. J.; Martínez, P. y Oltra, M. A. (2004): *Fisiología Vegetal. Animaciones. El experimento de Priestley*. CD-ROM. Universidad de Alicante.

Peplow, M. (2004): Science Eduation: Doing it for the kids. *Nature*, 430: 286-287.

Tranter, J. (2004): Biology: dull, lifeless and boring? *Journal of Biological Education*, 38: 104-105.