

Investigación y didáctica para las aulas del siglo XXI

ACTAS DEL I CONGRESO DE DOCENTES DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA

ORGANIZAN

Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid

CEU Madrid

Santillana

Investigación y didáctica para las aulas del siglo XXI

Experiencias docentes y estrategias
de innovación educativa para la enseñanza
de la Biología y la Geología

Marisa González Montero de Espinosa
Alfredo Baratas Díaz
(Editores)

Santillana

Presentación del Decano del Colegio de Doctores y Licenciados

Porque siempre necesitamos aprender.
Porque todos necesitamos aprender.
Porque nunca terminamos de aprender.

Estas ideas, en las que creemos, han informado todos los trabajos de las Jornadas sobre Investigación y Didáctica de la Biología y la Geología en Secundaria y Bachillerato celebradas en la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

La figura del profesor en la sociedad del siglo XXI no tiene nada que ver con el ilustrado que admiraba el pueblo hace cien años y que se establecía inmóvil con su formación "acabada" académica universitaria. Siempre necesitamos aprender.

Se viven unos momentos de cambios vertiginosos propiciados por el avance sistemático e incesante de las nuevas tecnologías que, como instrumento, empujan el avance de las investigaciones científicas. Además, las demandas sociales al profesorado han densificado de modo muy significativo su labor profesional. Se ha incrementado la valoración social hacia el docente pero en menor medida que el aumento de responsabilidad y trabajo que se le confiere.

Todo ello se subraya en el campo de las Ciencias de la naturaleza donde los profesionales son competentes y responsables en su medida de la formación adecuada de los ciudadanos. Respetar el medio ambiente, lograr hábitos dietéticos sanos, mantener un planeta a nuestro servicio y al de las generaciones futuras, equilibrar y racionalizar el ecologismo, para que no se convierta en fugaces movimientos irresponsables, frenar las aspiraciones de obtener rendimientos inmediatos en la agricultura y ganadería, que embargarían su desarrollo sostenible, propiciar investigaciones para lograr alternativas energéticas y alimentarias, etc.

En este ámbito se han desarrollado las Jornadas, que apoyamos y aplaudimos. La colaboración del Colegio de Doctores y Licenciados, del Colegio de Biólogos y de la Facultad de Biología de la UCM las han hecho posibles. El trabajo de personas como Mª Luisa González Montero de Espinosa y Alfredo Baratas, muy por encima de cualquier expectativa las han desarrollado satisfactoriamente. Claro que nada de esto hubiera sucedido sin el compromiso con su trabajo de más de cien profesionales que contestaron al estímulo de la programación de las Jornadas.

A todos nuestro agradecimiento.

José Luis Negro Fernández

Presentación de los Decanos de las facultades de Ciencias Biológicas y Geológicas de la UCM

La Universidad tiene, desde que se configurara en el siglo XIX la concepción de universidad con que todavía trabajamos, una triple función: la docencia, la investigación y la extensión cultural al conjunto de la sociedad. Las dos primeras están sólidamente asentadas en nuestra actividad; tienen cauces institucionales para su ejercicio y contrastación. No sucede así con la extensión cultural, que en multitud de ocasiones queda resuelta (y quizá diluida) en la presencia de universitarios en medios de comunicación social. La Universidad en su conjunto carece de programas rectores que normalicen nuestro contacto con la sociedad y encaucen la imprescindible proyección que debemos tener en ella y, al tiempo, recibamos información sobre lo que ésta espera de nosotros.

Entre los diversos colectivos sociales a los que debemos acercarnos hay uno especialmente importante para nosotros, el de los docentes de enseñanza primaria y secundaria. Todos ellos han pasado por nuestras aulas como preámbulo al desarrollo de su actividad docente; todos ellos necesitan una permanente actualización de conocimientos y pueden encontrar en la Universidad un foro en que hallar nuevas vías de motivación para su trabajo.

Pero toda relación, para que sea fructífera, debe beneficiar a ambas partes; nuestros centros pueden ofrecer conocimientos, colecciones, bibliografía a los docentes de enseñanza secundaria, pero también esta colaboración supone para nosotros un 'escaparate' ante nuestros potenciales y futuros estudiantes, con la mediación de sus maestros y profesores; nos permite adquirir información de primera mano y especializada sobre cuáles son las aspiraciones de los jóvenes, sus expectativas, sus ilusiones al afrontar la enseñanza superior.

Esta es la razón por la que las Facultades de Ciencias Biológicas y Geológicas de la Universidad Complutense colaboraron en la organización del Primer Congreso de Docentes, en colaboración con el Colegio de Doctores y Licenciados de Madrid. Las actas de dicho encuentro constituyen un magnífico ejemplo de las interesantes experiencias que muchos profesores de enseñanza secundaria desarrollan en su centro y, también, de algunas iniciativas universitarias que pueden serles útiles como material docente o elemento estimulador de la curiosidad científica. La experiencia fue gratísima, y su fruto –esperemos que el primero de una larga serie- lo tiene el lector en sus manos.

Eumenio Ancoechea Soto
Decano de la Facultad de Ciencias Geológicas

Antonio Tormo Garrido
Decano de la Facultad de Ciencias Biológicas

Introducción

Cuando los días 16 y 17 de abril se celebraba en locales de la Facultad de Biología de la UCM el I Congreso de Docentes de Ciencias de la naturaleza, Jornadas sobre Investigación y Didáctica de la Biología y la Geología en Secundaria y Bachillerato, se abría un marco de colaboración institucional entre el Colegio de Doctores y Licenciados y las facultades de Biología y Geología de la Universidad Complutense cargado de ilusión y esperanza, que se vio desbordado por la magnífica acogida (y el elevado nivel académico) de los participantes, en su mayoría profesores de enseñanza secundaria y profesores universitarios con especial vocación docente.

A la iniciativa se sumaron los colegios profesionales de Biología (COBCM) y Geología (ICOG), el grupo de investigación EPINUT y la decana de las sociedades científicas de nuestro país, la Real Sociedad Española de Historia Natural.

El encuentro perseguía un cuádruple objetivo. En primer lugar, recapacitar sobre el binomio enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza. En segundo término, analizar los recursos más idóneos para conseguir una mayor motivación por parte del alumnado. En tercera posición, difundir las nuevas tecnologías aplicables en el aula y, por último, pero no por ello menos importante, intercambiar ideas y experiencias entre el profesorado que imparte las Ciencias de la vida.

Al Congreso se presentaron cerca de un centenar de ponencias y una decena de pósteres que tuvieron un elevado nivel científico, pedagógico y didáctico. Los participantes, tanto los ponentes como los conferenciantes invitados, pusieron de manifiesto la importancia de este tipo de encuentros para conseguir una educación de mayor calidad. El docente enriquece las ideas propias, imagina nuevas estrategias docentes, explora nuevas formas de motivación a partir de las experiencias e iniciativas de otros compañeros. De este diálogo, unas veces interior, otras veces -como sucedió en nuestro Congreso- vivo y hasta vehemente, el conjunto de la actividad de los docentes se refuerza y consolida.

Los editores queremos dar las gracias al conjunto de los participantes, que tan activos y entusiastas se mostraron. Nos lanzaron el guante de repetir y ampliar el encuentro en años venideros; ya que las instituciones que ampararon el proyecto se muestran también dispuestas, ya nos encontramos trabajando en un nuevo encuentro para 2012.

Un último y sentido agradecimiento está dedicado a Antonio Brandi y a la Editorial Santillana, ambos han acogido la edición de este volumen como si fuera una iniciativa propia y le han conferido una calidad editorial y una difusión mucho mayor de la que podríamos -con nuestras exclusivas fuerzas- haber alcanzado.

A todos, muchísimas gracias.

Marisa González Montero de Espinosa

Alfredo Baratas Díaz

ÍNDICE

Presentación del Decano del Colegio de Doctores y Licenciados 3

Presentación de los Decanos de las facultades de Ciencias Biológicas y Geológicas de la UCM 5

Introducción 7

Nuevas tecnologías 11

Aprender Genética utilizando pizarras digitales y recursos web interactivos creados con páginas dinámicas en php.
Rafael Miguel Maroto Gamero 13

Pizarras digitales interactivas y Moodle: binomio sinérgico aula presencial - aula virtual.
Rafael Miguel Maroto Gamero 21

Las TIC en el aula de Ciencias de la naturaleza, para qué y cómo.
Antonio Brandi Fernández 31

Diseño de una blogosfera como alternativa didáctica en Ciencias para el Mundo Contemporáneo.
Paloma Román Gómez 41

Recursos docentes universitarios: un punto de apoyo para los docentes de Ciencias de la naturaleza.
Ana García Moreno 51

Biomodel: el ordenador nos ayuda a comprender las biomoléculas.
Ángel Herráez 59

El laboratorio de Biología con TIC.
Inés Torres Payá 67

El programa Moddle, las Ciencias Naturales aplicadas y los alumnos de altas capacidades.
José María Espinosa Gutiérrez, Antonia María Gómez González, Ceferino Artiles 73

Didáctica de las Ciencias de la naturaleza 81

Enfoques Formativos de Biodiversidad Humana para Secundaria y Bachillerato.
María Dolores Marrodán, Ángel Herráez, Marisa González Montero de Espinosa 83

Caracterização dos diferentes momentos decorrentes da implementação de uma estratégia de ensino e de aprendizagem baseada na perspectiva de «ensino por pesquisa».
Luisa Lopes, Teresa Bettencourt 95

RECICLATOCHA. Un wiki de los alumnos de Bachillerato de Salesianos Atocha.
Pilar Ballesteros y María del Rosario Fernández 103

Experiencia conjunta de dos institutos de la Comunidad de Madrid para el estudio de los ecosistemas.

Silvia Pérez-Cuadrado Hedström, María Gema González Alonso, María Isabel Martínez Magro 109

La evolución biológica en los libros de texto de Educación Secundaria y Bachillerato. Situación actual.

Óscar Barberá Marco, José María Sanchis Borrás, Cristina Sendra Mocholí 115

Introducción a la bioinformática en la enseñanza secundaria: estudio de una alteración genética.

Marta López García 129

Aprendiendo Geología mediante la investigación en el aula.

Miguel Ángel de Pablo Hernández 139

La energía nuclear: de la insostenibilidad a la sostenibilidad.

Andrés García Ruiz y María Dolores Castro Guío 145

Innovación educativa 153

Adaptación de las Matemáticas para biólogos al plan Bolonia: dificultades y retos.

Rafael Lahoz-Beltrá, Cristina Martínez Calvo, Alberto Pérez de Vargas, MaríaTeresa Gónzalez Manteiga, Pilar López Gónzalez-Nieto, María de los Ángeles Gómez Flechoso 155

Imágenes de Histología animal para Secundaria y Bachillerato.

Blanca González Gallo, Carlos Recio Rincón y Savina Torres Cols 165

Conceptos y esquemas mentales de los alumnos acerca del modelo Sol-Tierra-Luna al inicio y al final de la Educación Secundaria.

María Dolores García Díaz 171

La estructura de la atmósfera de Marte.

Antonio Molina Jurado, Miguel Ángel de Pablo Hernández 183

Actividades sobre los cráteres de impacto de la Tierra.

Miguel Ángel de Pablo Hernández, Antonio Molina Jurado 191

Alimentos, dietas, publicidad y consumo. Estudio desde la Física, la Química y la Biología.

María Araceli Calvo Pascual 201

Aproximación a un estudio nutricional y de salud desde el trabajo en el aula en Secundaria y Bachillerato: el estudio de Tres Cantos.

Carmen Casals Martín, José María Cañas Díaz, Consuelo Prado Martínez, Raquel Fernández del Olmo 207

Programa Comenius 2008-2010. Proyecto WATER (What Are The Environmental Risks?)

Ramón Orquín Rubio 217

La huella ecológica: ¿cuántos planetas necesitas para vivir?

Andrés García Ruiz y María Dolores Castro Guío 223

Nuevas tecnologías

Aprender Genética utilizando pizarras digitales y recursos web interactivos creados con páginas dinámicas en PHP

Rafael Miguel Maroto Gamero
Colegio Corazón Inmaculado
c/ López de Hoyos, 59 (28002 Madrid)
rmaroto@educa.madrid.org
http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063

Palabras clave: TIC, pizarra digital interactiva (PDI), lenguaje de programación PHP, páginas web dinámicas, Genética.

Keywords: ICT, Interactive whiteboard, PHP programming language, dynamics web pages, Genetics.

Resumen

En la presente comunicación mostraremos una experiencia en la que se utilizan pizarras digitales interactivas y páginas web dinámicas creadas con el lenguaje de programación PHP para la explicación de los contenidos del área de Genética y la resolución de problemas relacionados con la materia. La interactividad que permiten ambos recursos facilita las explicaciones del docente e incrementa la motivación y el aprendizaje de los discentes.

Abstract

In this paper we present an experience in which interactive whiteboards and dynamics web pages created with PHP programming language are used to explain the main contents of Genetics and to solve genetic problems. The interactivity of both resources makes the teachers explanations easier, increasing the motivation and learning.

1. Introducción

La pizarra digital interactiva (PDI) es una herramienta que paulatinamente se va haciendo un hueco en los centros educativos como un recurso más dentro de las TIC (Tecnologías de la Educación y la Comunicación). La interactividad que nos permiten los programas propios de las PDI a la hora de trabajar con imágenes, escribir sobre la pantalla o asociar vínculos a Internet, a otros programas o a páginas propias de la presentación que estemos desarrollando, hace de estos instrumentos unas herramientas muy potentes

para el proceso de enseñanza-aprendizaje: tenemos una pizarra tradicional a través de la cual podemos manejar cualquier programa instalado en el ordenador, incluido la navegación en Internet.

En la presente comunicación abordaremos un ejemplo de utilización de la PDI con una unidad didáctica para el estudio de la Genética mendeliana y la resolución de problemas aprovechando la anteriormente citada interactividad que nos permite el *software* propio: escritura de textos, movimiento de imágenes (fenotipos), utilización de «dados genéticos» (genotipos), efectos que nos permitan ocultar y visualizar objetos, etc., así como la inserción de vínculos que nos llevan a profundizar más en la propia unidad o bien nos abren las puertas al mundo de la información a través de Internet.

Como parte de los recursos web que nos servirán para trabajar la Genética, presentaremos una serie de actividades dinámicas programadas en lenguaje PHP con las que podremos interactuar, a través de la pizarra, de forma muy sencilla, ayudando a los alumnos a entender y a auto corregir los problemas que se plantean a la hora de resolver ejercicios de Genética que pueden aparecer en los cursos de 4.º de ESO (Biología y Geología), 1.º (Ciencia para el Mundo Contemporáneo) y 2.º de Bachillerato (Biología).

2. Objetivos

En el momento de crear nuestra unidad didáctica y desarrollar los recursos web dinámicos nos planteamos una serie de objetivos desglosados en dos bloques, según sean para el profesor o para los alumnos:

- Para el profesor:
  - Crear contenidos para la PDI.
  - Diseñar herramientas web dinámicas enfocadas a la Educación.
  - Aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el área Ciencias de la naturaleza.
- Para los alumnos:
  - Aprender a resolver problemas de Genética (utilizando la PDI).
  - Afianzar los contenidos teóricos de la unidad.
  - Motivar a los alumnos y fomentar la participación en clase.

3. La pizarra digital interactiva

Antes de pasar a describir los recursos y conocer las ventajas que tiene la utilización de la pizarra digital interactiva para aprender Genética, es necesario conocer qué es esta herramienta y qué necesitamos para su funcionamiento. ALONSO *et al.* (2009) describen la PDI como «*Una pantalla interactiva de gran tamaño desde la que se gestiona un ordenador*». Todos los programas que tengamos instalados en el ordenador podrán ser manipulados desde la pizarra, ya sea con un puntero o con el dedo según el modelo con el que contemos. Como comentamos anteriormente, a esto habrá que sumarle, si disponemos de conexión a Internet, el amplio abanico de posibilidades que nos brinda la web a la hora de disponer de todo tipo de recursos para desempeñar nuestra tarea educativa.

Además de la PDI conectada al ordenador, para poder trabajar necesitaremos disponer conectado a este último de un vídeo-proyector. La imagen será proyectada sobre la pantalla y deberemos sincronizarla con la señal que reciba el ordenador mediante el calibrado del área interactiva.

Los mismos autores afirman sobre las PDI que «*Su valor se obtiene con la conjunción de los potenciales informático, multimedia e interactivo y añadiremos el creativo que aportan profesores y alumnos usuarios*». Consideramos esto último fundamental para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, creemos que es muy importante poder manipular el ordenador desde la pizarra, ya que nos permite tener en

todo momento el contacto visual con nuestros alumnos, cosa que no sucede cuando lo hacemos desde el escritorio mirando la pantalla.

La presente experiencia se ha llevado a cabo con el *software Notebook* de la pizarra *Smart*, si bien una experiencia similar se ha llevado a cabo con *Scrapbook* correspondiente a la pizarra *eBeam* dentro de un proyecto TIC realizado en nuestro centro durante el año 2009 (http://www.corazoninmaculado.es/web/recursos/proyecto_ebeam/index.htm).

4. LA INTERACTIVIDAD DE LAS PIZARRAS DIGITALES

De todas las cualidades que ofrecen las PDI la que consideramos de mayor potencial es la interactividad que permite su software. Frente a otras presentaciones realizadas con *PowerPoint*, *KeyNotes*, *Impress*, etc., que son estáticas (descartamos las animaciones que se pueden utilizar para la transición de las diapositivas o los objetos), el software *Notebook* (así como otros de distintas PDI del mercado) permite manipular los objetos que tengamos en la pantalla: desplazar, modificar el tamaño, ocultar unos bajo otros, etc.

Algunas de las estrategias que se han utilizado a la hora de diseñar la unidad didáctica que posteriormente presentaremos son las siguientes:

- Escritura policroma: la utilización de tipos de distintos colores, tanto al escribir desde la pizarra como al hacerlo con el teclado, que nos permiten resaltar los contenidos que deseemos.
- Utilización de imágenes móviles: las imágenes son indispensables para que los alumnos entiendan las características fenotípicas. Poder desplazarlas en la pantalla facilita la comprensión de los ejercicios al relacionarlas con los genotipos correspondientes.
- Grabación de lecciones: el software permite hacer grabaciones de todo lo que hagamos en cada una de las páginas, de manera que podemos reproducirlo secuencialmente en cualquier momento, pararlo cuando deseemos o hacerlo avanzar hacia delante y detrás hasta el lugar que necesitemos *(Figura 1)*.

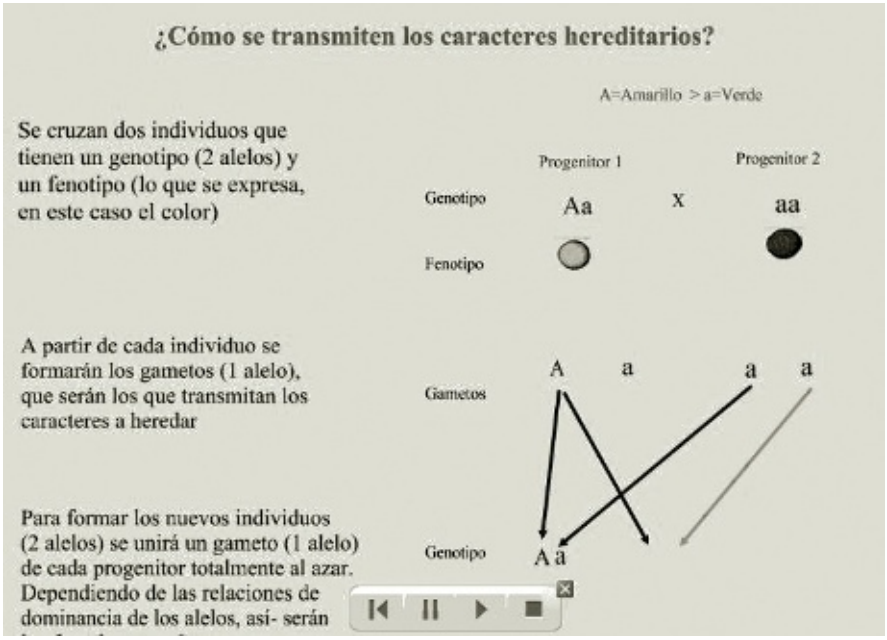


Figura 1. Grabación de lecciones y posterior reproducción.

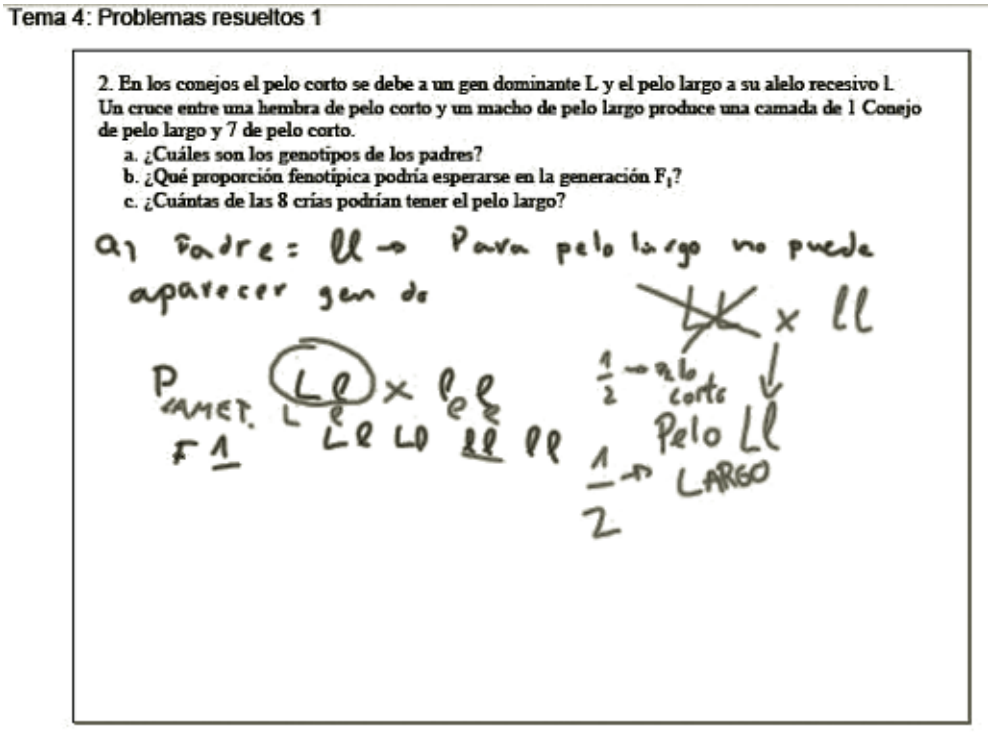
- Recursos interactivos: podemos utilizar los recursos interactivos en formato *flash* que aporta la galería de recursos del *software*. Algunos de ellos permiten editarlos y crear cuestionarios, ejercicios interac-

tivos, etc. En nuestro caso se han utilizado dados interactivos que al editarlos con los genotipos deseados nos permiten generar al azar problemas de práctica para los alumnos *(Figura 2)*.



Figura 2. Recursos interactivos editables usados para simular los genotipos.

- Internet: la posibilidad de conectarnos a Internet a través de la pantalla nos permite vincular recursos de Genética que encontramos en la web. Posteriormente comentaremos los recursos dinámicos que hemos asociado.
- Guardar, (re)utilizar y exportar como texto: finalmente, como cualquier programa de ordenador, podemos guardar nuestras actividades para volverlas a utilizar en cualquier momento, compartirlas con otros docentes para que las utilicen, adapten a sus niveles y las mejoren. Asimismo, podemos exportar el trabajo realizado a formato *pdf*, de manera que los alumnos puedan utilizarlo como material complementario de estudio *(Figura 3)*.


Tema 4: Problemas resueltos 1

2. En los conejos el pelo corto se debe a un gen dominante L y el pelo largo a su alelo recesivo l. Un cruce entre una hembra de pelo corto y un macho de pelo largo produce una camada de 1 Conejo de pelo largo y 7 de pelo corto.

a. ¿Cuáles son los genotipos de los padres?
b. ¿Qué proporción fenotípica podría esperarse en la generación F_1?
c. ¿Cuántas de las 8 crías podrían tener el pelo largo?

a) Padre: ll → Para pelo largo no puede aparecer gen de [tachado] × ll

Ll × ll

Gametos: L l | l l

F1: Ll Ll | ll ll

1/2 → pelo corto Ll

1/2 → LARGO

Figura 3. Exportación como texto *pdf* de los problemas resueltos en clase.

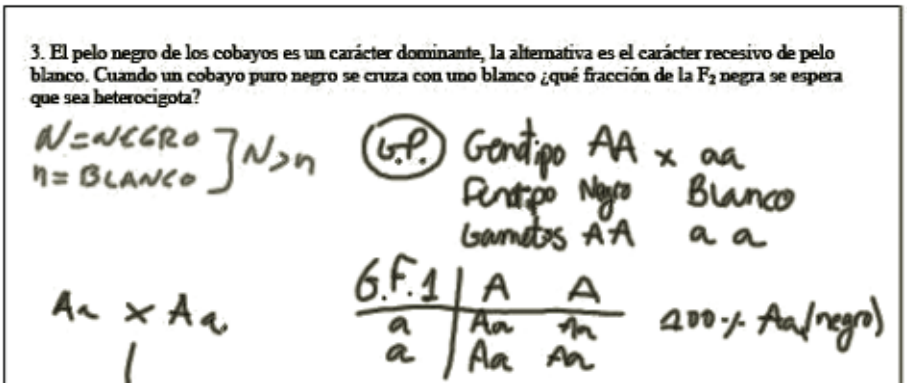


Figura 3. (cont.) Exportación como texto *pdf* de los problemas resueltos en clase.

5. LA UNIDAD SOBRE GENÉTICA MENDELIANA

La unidad con la que hemos trabajado presenta una parte teórica con los contenidos fundamentales y una parte práctica, donde los alumnos han de resolver los problemas relacionados con los contenidos teóricos.

Las páginas de la parte práctica presentan una estructura que se mantiene en los primeros problemas para facilitar su comprensión y resolución, y disminuyen en los elementos que ayudan al alumno según se avanza y ellos son más expertos en dicha resolución. De forma general encontramos en cada página *(Figuras 4 y 5)*:

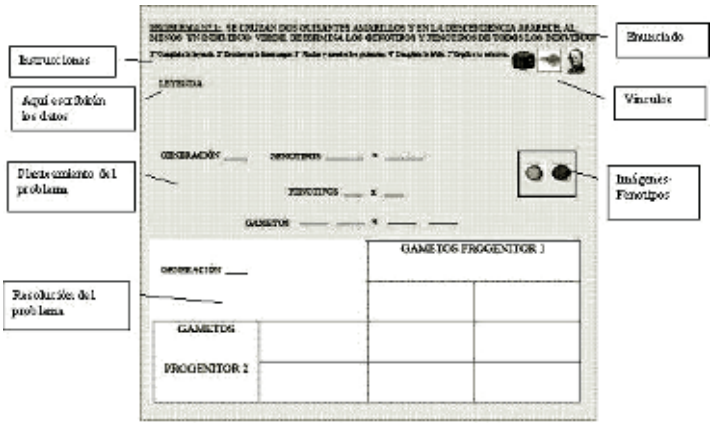


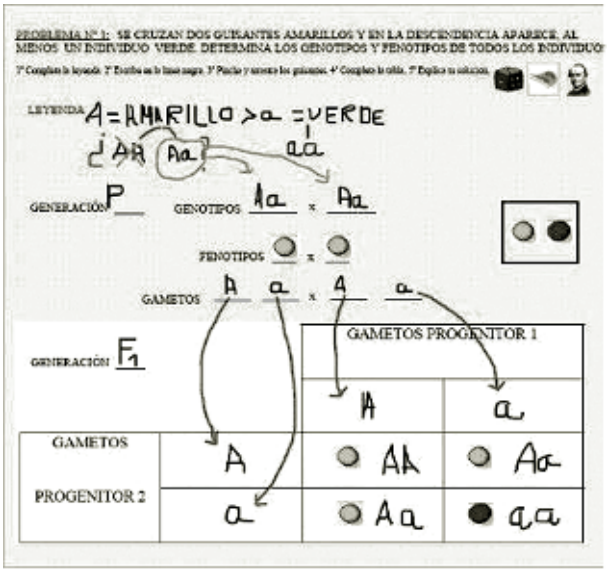
Figura 4. Estructura completa de una página de problemas.

- El enunciado del problema, de manera que lo tienen siempre delante para consultarlo cuando sea necesario.
- Instrucciones que les orientan en los pasos a seguir para la resolución.
- Vínculos a las páginas de conceptos y a las páginas dinámicas de Internet.
- Imágenes (fenotipos) que arrastrarán hasta los lugares que les corresponda en la página.
- Apartados de escritura que rellenarán con los datos del enunciado, planteamiento y resolución.

6. PÁGINAS DINÁMICAS CREADAS CON PHP

El lenguaje de programación PHP ofrece altas prestaciones en lo relativo a elaboración de páginas web dinámicas. Este tipo de páginas permite que sus contenidos se puedan modificar –de forma automática o mediante la intervención de un usuario– desde el lado del *cliente* (navegador) y/o desde el *servidor*

(ordenador remoto). Para que las modificaciones puedan producirse es necesario que *algo* o *alguien* especifique *qué, cómo, cuándo, dónde* y *de qué forma* deben realizarse, y que exista otro *algo* o *alguien* capaz de acceder, interpretar y ejecutar tales instrucciones en el momento preciso. Las *especificaciones* y las *instrucciones* requieren un *lenguaje* para definirlas, un *soporte* para almacenarlas y un *intérprete* capaz de ejecutarlas (ÁLVAREZ, 2005).



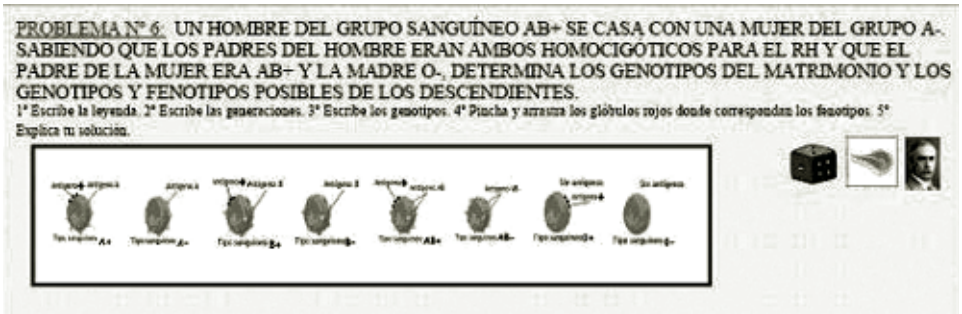


Figura 5. a) Problema resuelto. *b)* Problema de mayor complejidad sin ayuda para los alumnos.

El lenguaje PHP requiere estar alojado en un servidor que contenga un *software* configurado para interactuar con el intérprete de PHP. La página donde están insertados los recursos que aquí presentamos está alojada en un servidor que permite esta interacción en la siguiente dirección http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063/ [pinchando en el botón *Recursos* aparecen las 4 opciones que presentamos *(Figura 6)*].

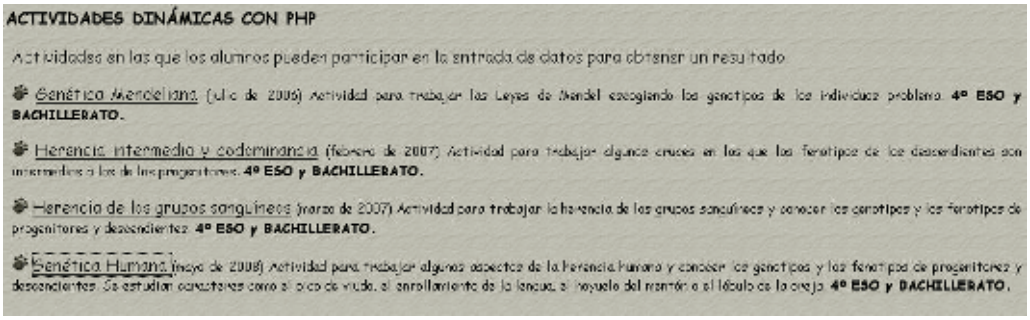


Figura 6. Enlaces a las páginas dinámicas desde la sección de *Recursos* de la web del autor.

Las páginas tienen una estructura similar, la primera página con contenidos teóricos específicos del tema de genética a tratar (Genética mendeliana -http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063/recursos/php/mendel/mendel.php-, Herencia intermedia y codominancia -http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063/recursos/php/codominancia/herencia.php-, grupos sanguíneos -http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063/recursos/php/grupos_sanguineos/los_grupos_sanguineos.php- y Genética humana -http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063/recursos/php/genetica_humana/genetica_humana.php-) y desde esa página introductoria se accede a las que contienen los ejercicios dinámicos programados con PHP y que, además de ayudar a entender las combinaciones que se pueden producir al cruzar los gametos de los progenitores, pueden ser una ayuda muy útil para resolver y comprobar los problemas de Genética realizados por los alumnos.

Para la introducción de datos se utiliza un formulario que permitirá la interacción con la página al solicitar el genotipo de los individuos a cruzar y, pulsando el botón (*Engendrar*), los datos serán enviados para la obtención de los fenotipos (aspecto observable de la dotación genética) *(Figura 7)*. Los resultados finales se recogen en la misma página en una tabla con diferente tamaño y complejidad según permita el formulario cruzar progenitores con una característica (4 celdas) o dos características (16 celdas). Cada una de las celdas resultantes tendrá sus instrucciones específicas según las elecciones realizadas en el formulario (la sintaxis está basada en la utilización de condicionales: *si selecciona «x» el resultado será «a», pero si selecciona «y» el resultado será «b», etc.*). Además, aparecerá una frase indicando los genotipos y fenotipos de los progenitores que se están cruzando, así como los gametos que se generarán de cada uno de ellos *(Figuras 8 y 9)*.

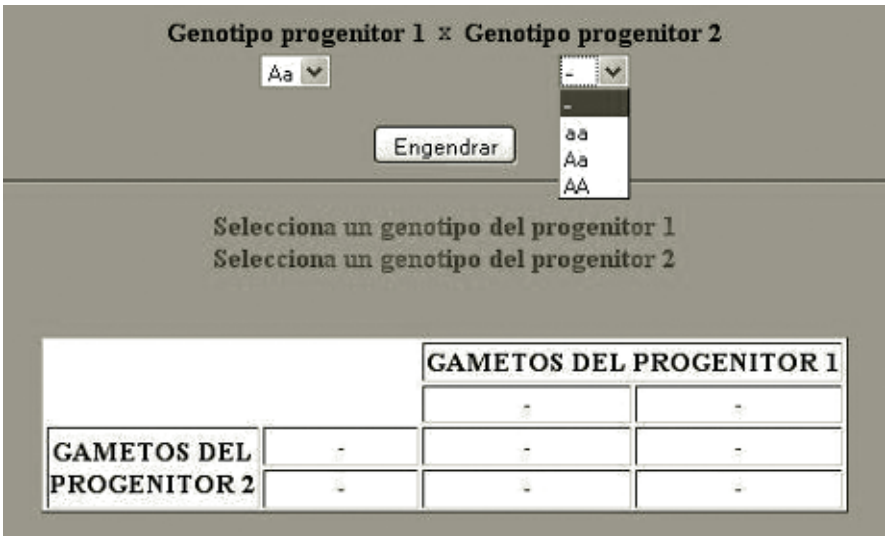


Figura 7. Formulario de entrada de datos.

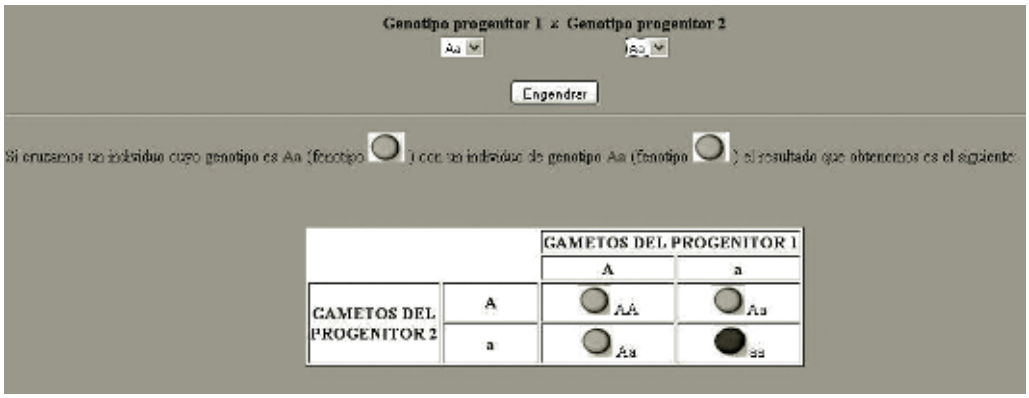


Figura 8. Resultado que devuelve la página tras la selección de los genotipos para un carácter.

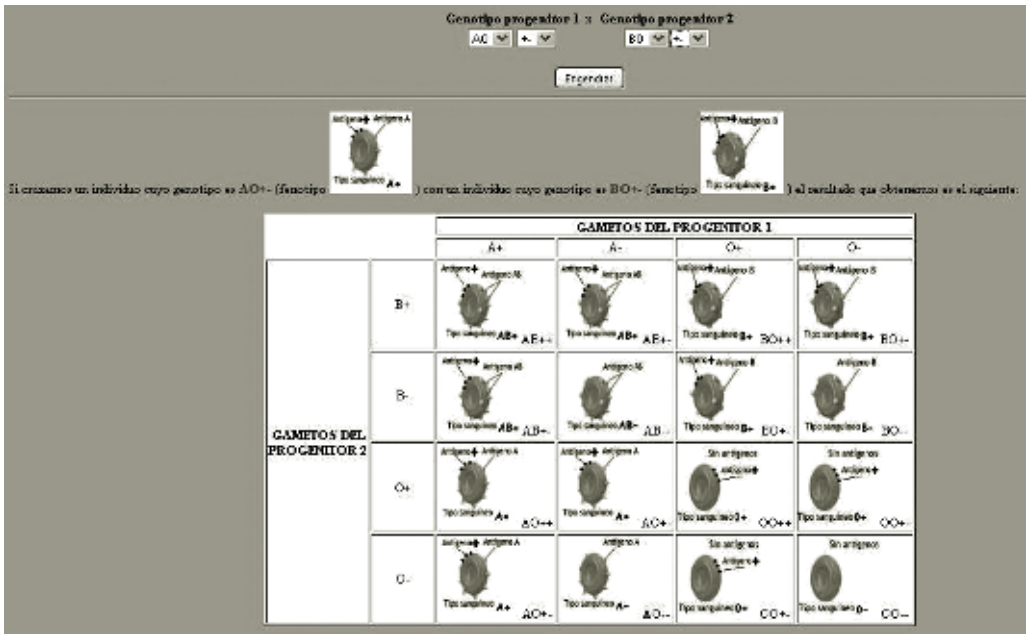


Figura 9. Resultado que devuelve la página tras la selección de los genotipos para dos caracteres.

7. Conclusiones

Las pizarras digitales son herramientas educativas con las que podemos plantear unidades que nos permitan integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el área de Ciencias de la naturaleza y desarrollar en los alumnos la competencia digital gracias a la interactividad que nos ofrecen y la cantidad de recursos asociados que conllevan al estar conectadas a un ordenador.

Uno de estos recursos son las páginas dinámicas y la implicación que tiene que tener el usuario, dando mucho juego en una clase de Genética. Por un lado, facilita la explicación del profesor haciendo muy atractivo el seguimiento de la clase por los estudiantes. Por otro lado, ayuda a la auto corrección del trabajo realizado por los alumnos, ya que pueden hacer comprobaciones de las soluciones de los problemas de la materia.

Por todo ello, consideramos que la combinación de ambos, pizarra digital y páginas dinámicas, desarrollan la competencia digital de los alumnos y los hace partícipes de su propio aprendizaje.

Bibliografía

Alonso, C., Alconada, C., Gallego, D. y Dulac, J. (2009), *La pizarra digital. Interactividad en el aula*, Madrid, Cultiva, Colección Estudios n.º 109.

Álvarez, J. (2005), *PHP en la Educación,* Madrid: MEC, Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa (CNICE). (Recurso electrónico).

Pizarras digitales interactivas y Moodle: binomio sinérgico aula presencial - aula virtual

Rafael Miguel Maroto Gamero

Colegio Corazón Inmaculado
c/ López de Hoyos, 59 (28002 Madrid)
rmaroto@educa.madrid.org -
http://ficus.pntic.mec.es/rmag0063

Palabras clave: TIC, pizarra digital interactiva (PDI), aulas virtuales, Moodle, Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

Keywords: ICT, interactive whiteboard, virtual classroom, Moodle, Science for Contemporary World.

Resumen

El auge de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas al aula nos plantea su posible utilidad en la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo de 1.º de Bachillerato. Presentamos una experiencia en la que se utilizan las Pizarras Digitales Interactivas y la plataforma de formación Moodle para el aprendizaje de los acontecimientos científicos de la actualidad.

Abstract

The peak of the Information and Communications Technologies (ICT) applied to the teaching raises us a possible usefulness to teach the subject Sciences for the Contemporary World in High School. In this paper we present an experience in which Interactive Whiteboards and the Moodle learning platform are used for learning scientific events of today.

1. Introducción

A lo largo del presente curso 2009-2010, en el Colegio Corazón Inmaculado (Madrid) hemos empezado a trabajar con aulas virtuales creadas con la plataforma de formación Moodle (http://www.corazoninmaculado.es/moodle). Esta plataforma nos permite, de forma más sencilla a lo que hemos estado trabajando en los últimos años en las Comunidades Intracentro del portal EducaMadrid (MAROTO, 2006), crear cursos virtuales donde los alumnos pueden descargar apuntes, ver vídeos o participar en actividades que proponen los profesores mediante foros, envío de trabajos, actividades compartidas (glosarios, wikis…), etcétera. Esta facilidad de uso permite al profesorado, tras una breve formación, sacar partido a los recursos TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) que quiere poner en práctica con sus alumnos

pero muchas veces no lo puede hacer por lo apretado de los curricula (visionado de vídeos, revisión de enlaces y actividades web, ampliación de contenidos, etc.).

Desde el curso 2007-2008 (http://www.corazoninmaculado.es/web/recursos/cd_pizarra/index.htm) utilizamos en el centro la pizarra digital interactiva (PDI) *Smartboard*, y más recientemente la *eBeam* (http://www.corazoninmaculado.es/web/recursos/proyecto_ebeam/index.htm), que nos permite impartir nuestras clases, guardarlas y además exportarlas a documentos de texto en formato *pdf* que podemos incluir en las aulas virtuales con el objeto de que los alumnos puedan consultar lo realizado en clase.

A lo largo de este trabajo hablaremos de la experiencia llevada a cabo en la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo de 1.º de Bachillerato, en la que utilizamos ambos recursos, PDI y Moodle, y tratamos de sacar rendimiento al uso de imágenes, vídeos de Internet y recursos interactivos que encontramos tanto en la web como en los materiales de apoyo de las editoriales.

2. Objetivos

A través del uso de estas herramientas TIC, en la materia pretendemos alcanzar los siguientes objetivos:

- Utilización de las PDI en la práctica docente.
- Integrar las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la materia.
- Motivar a los alumnos y fomentar su interés por la Ciencia.
- Utilizar y sacar provecho a los recursos TIC que el Centro pone a disposición de los alumnos.

3. Desarrollo

La materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo se empezó a impartir en el curso 2007-2008 (DECRETO 67/2008), siendo una asignatura obligatoria para todos los alumnos que cursan 1.º de Bachillerato. Si tenemos en cuenta que hay alumnos que a partir de 3.º de ESO pueden embarcarse en itinerarios en los que no se estudie nada de Ciencias, nos encontramos con un grupo muy heterogéneo y con intereses formativos muy dispares con respecto a lo que estamos acostumbrados en otras materias del Bachillerato, como la Biología y Geología o la Física y Química, que se encuentran dentro de sus aspiraciones universitarias futuras (o, en algunos casos, familias profesionales de grado superior). Por todo esto, nos planteamos tratar la asignatura desde los aspectos históricos fundamentales de la Historia de la Ciencia, hacerla muy visual utilizando imágenes, animaciones, vídeos (todo esto nos lo permite la PDI) y, además, generar materiales y actividades que puedan utilizar a través de las aulas virtuales (si el ordenador es una herramienta que usan habitualmente, aprovechémoslo para la Educación).

A continuación describiremos las fases que estamos siguiendo para desarrollar las unidades y actividades:

3.1. Creación de las unidades didácticas

En primer lugar decidimos crear una portada genérica que nos sirva para todas las unidades que vayamos realizando y con un logotipo que identifique a la asignatura: Salud, Geología, Energía, Tecnología… *(Figura 1)*.

A lo largo de la unidad iremos utilizando diferentes estrategias que nos permitan captar la atención de los alumnos: ocultar unos objetos con otros, escribir los textos en los mismos colores que el fondo y hacerlos visibles al pasar un objeto por encima, utilizar recursos *flash* incorporados en la galería del programa, inclusión de vídeos, etc. (aunque esto, como veremos a continuación, ha de ser tenido en cuenta al exportarlo a *pdf*). Además, consideramos de gran importancia la utilización de imágenes que nos puedan acercar a conocer quiénes eran los científicos de los que hablamos, de sus experimentos, etc. («una imagen vale más que mil palabras»), así como la combinación de colores en los textos que

ayude a resaltar aquello que queremos que centre la atención y ayude a la comprensión de los alumnos *(Figura 2)*.



Figura 1. Portada de la unidad 0 de la asignatura.

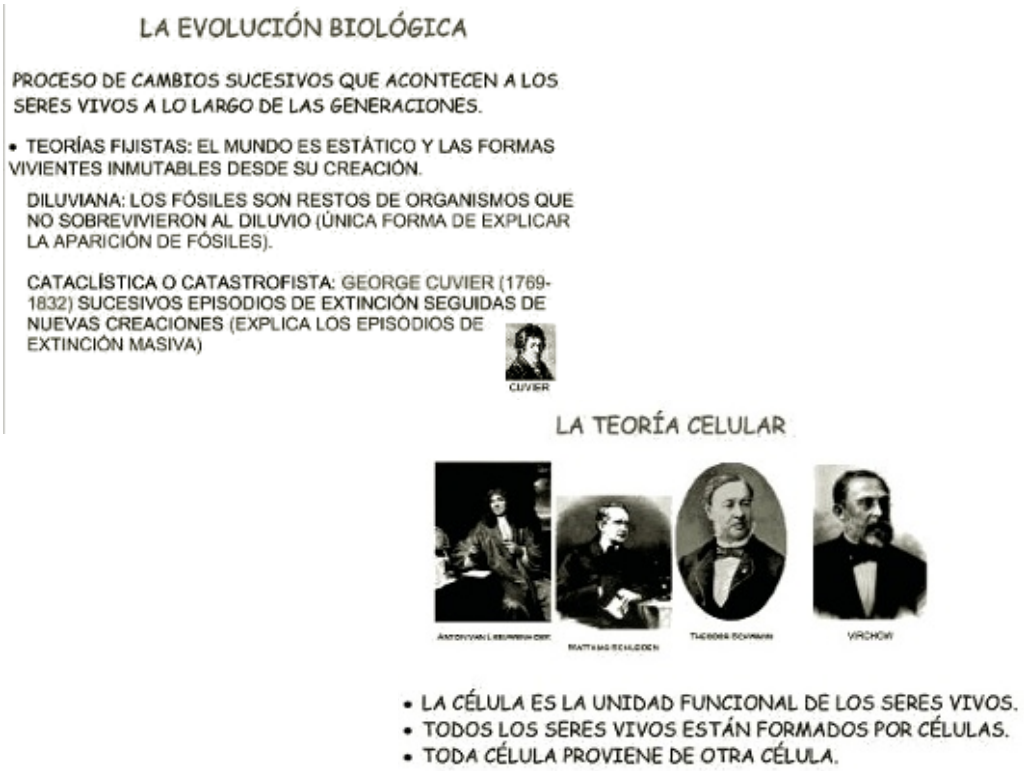


Figura 2. a) Utilización de distintos colores en el texto. *b)* Utilización de imágenes para conocer a los científicos que proponen las teorías y leyes que componen el saber científico.

3.2. EXPORTACIÓN A *PDF*

La exportación a *pdf* podemos hacerla antes o después de impartir la clase, dependiendo de si queremos que las anotaciones que hagamos en la pizarra al finalizar la sesión la tengan en el aula virtual o la vayan generando ellos según avanza la sesión (en cualquier caso, siempre podemos subir el documento antes y después de trabajar con él).

Un aspecto importante que debemos tener en cuenta es «depurar» el archivo a exportar antes de hacerlo. Los objetos que oculten a otros, los vídeos, los recursos *flash* que hayamos empleado, etcétera, no van a ser adecuados para la generación de los apuntes debido a que no se van a poder leer *(Figuras 3a y 3c)*.

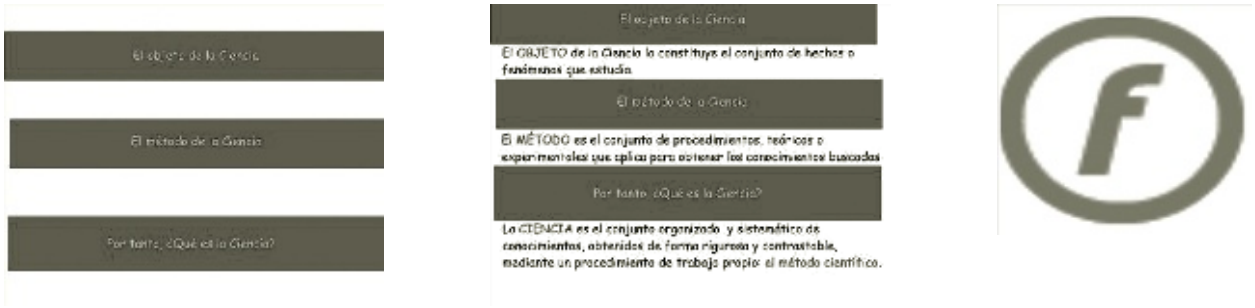


Figura 3. a) El recuadro oculta el texto. *b)* Texto completo para los apuntes del aula virtual. *c)* Resultado de un objeto *flash* al exportar.

Para llevar a cabo la exportación de la presentación a un documento de texto *pdf* utilizaremos las herramientas que nos brinda el software de la PDI: desde el menú *Archivo* del programa a *Exportar a PDF* y en la nueva ventana que se abre elegiremos la forma en que queremos que se imprima, rellenaremos los encabezados y pie de página según deseemos y el programa hará el resto *(Figura 4)*.

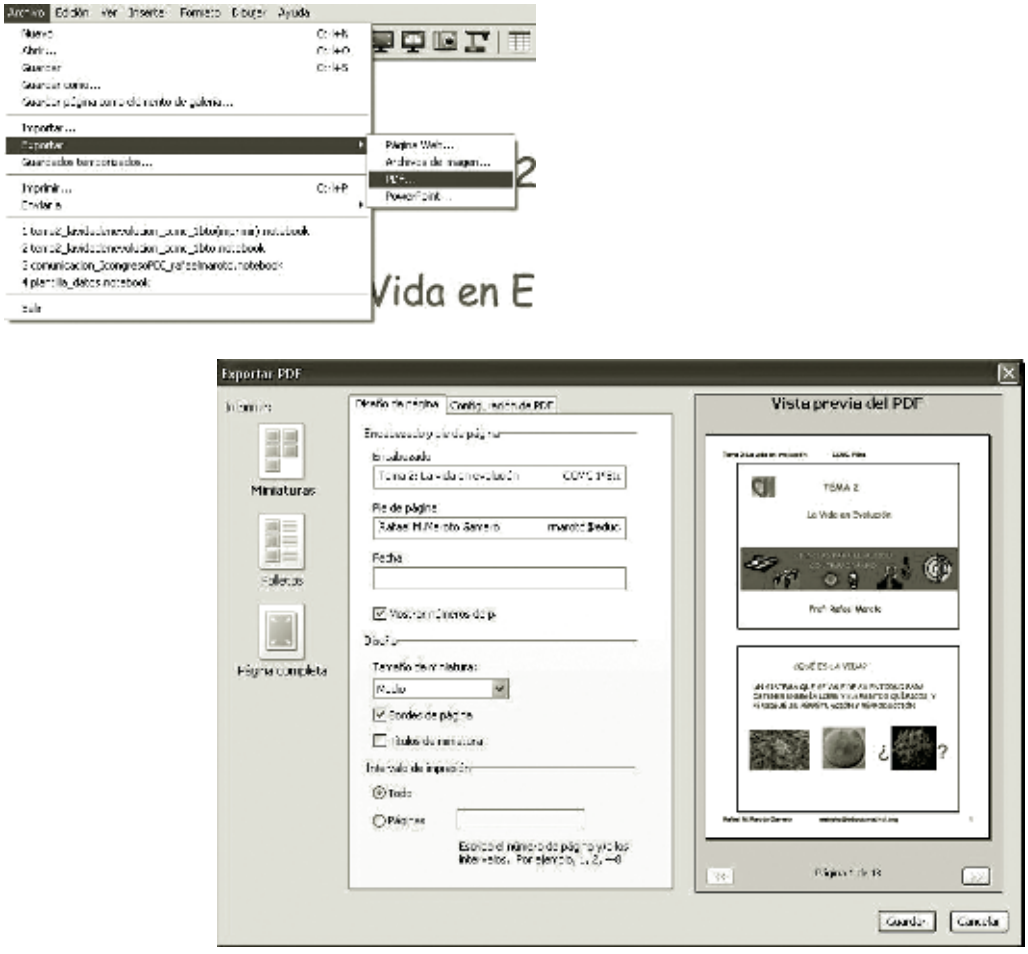


Figura 4. a) Cómo exportar a archivo de texto *pdf*. *b)* Cómo dar formato al *pdf*.

Supongamos que, en el peor de los casos, no tengamos un aula virtual o una página web en la que podamos poner los documentos a disposición de los alumnos (y por lo tanto nos olvidaremos del apartado 3.3. de esta comunicación). Bien, tenemos varias posibilidades para no buscar excusas una vez terminada la clase y exportada nuestra sesión en la pizarra: enviarlo por correo electrónico a los alumnos, utilizar una red social, o bien pasárselo a través de un *pendrive* o similar (si bien esta última nos llevaría bastante tiempo si lo hacemos de uno en uno, además de peligrosa por los posibles virus que puedan tener).

3.3. Inclusión en el aula virtual

Una vez que tenemos el documento de texto creado, ya podemos ponerlo a disposición de nuestros alumnos en el aula virtual, en nuestro caso utilizando la plataforma Moodle (*Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos)* que permite crear comunidades de aprendizaje en línea. Actualmente, en nuestro centro no tenemos un curso específico para la materia, sino que disponemos de un módulo dentro del Curso de 1.º Bachillerato (www.corazoninmaculado.es/moodle) al que sólo pueden acceder los alumnos del mismo (por razones de seguridad y protección de datos). Debido a que estamos empezando y no todos los profesores avanzan con el mismo ritmo en el uso de la plataforma, decidimos trabajar en módulos del mismo curso: esto nos permite también a los docentes aprender unos de otros y, además, evitamos que los alumnos se dispersen en muchos cursos con pocos o ningún recurso que acabe desmotivando tanto a ellos como al profesorado.

Podemos ver el aspecto de nuestro módulo en la *Figura 5*, con la típica estructura de un curso de esta plataforma. Hemos dividido el módulo en las siguientes secciones:

- Espacio de comunicación: donde contamos con herramientas generales del curso en las cuales los alumnos tienen que participar para resolver cuestiones y actividades guiadas que se plantean en cada uno de los temas, o bien para fabricar sus propios trabajos cooperativos. Moodle nos permite una serie de recursos como foros, glosarios, wikis, blogs, etc., que si les damos un uso pedagógico, nos acercamos al mundo tecnológico que nuestros alumnos manejan y los atraemos al mundo educativo que a nosotros nos interesa. Tenemos que destacar aquí algunos debates iniciados por los alumnos con temas científicos de su interés que han servido para la reflexión y la ampliación de información por parte de todos, incluido el profesor.
- Temas: sección de cada una de las unidades trabajadas en el curso. De forma ordenada tenemos los apuntes generados por la PDI, lecturas complementarias, vídeos, animaciones, tareas web, etc.
- P(R/I)ensa en la red: en esta sección tratamos de seleccionar artículos de prensa relacionados con la materia, de lectura opcional, pero que suele tener gran aceptación entre los alumnos.
- Enlaces web: donde recogemos direcciones web interesantes para complementar la asignatura.

La utilización de la plataforma virtual es tan sencilla que en unos pocos pasos podremos colocar los archivos que queramos que estén disponibles para los usuarios, reestructurar cada una de las secciones o permitir que sean visibles unos u otros recursos (en la *Figura 5* aquellas secciones en gris no están disponibles para el alumno hasta que el profesor decida activarlas; esto nos permite ir creando recursos y seleccionando los que pueden trabajar en cada momento). En la *Figura 6* se muestran dos recursos de la plataforma que están a disposición de los alumnos, los apuntes de clase y un vídeo. En este segundo caso hemos encontrado en Moodle un gran aliado para nuestra materia, dado que por falta de tiempo no podemos ver en clase los numerosos recursos audiovisuales que encontramos compartidos en Internet, pero sí que podemos englobarlos en cada unidad para que el alumno los pueda trabajar cuando él considere.



Figura 5. Secciones del módulo de la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo: *a)* Espacio de comunicación y temas. *b)* Temas, P(r/i)ensa en la red y enlaces Web.

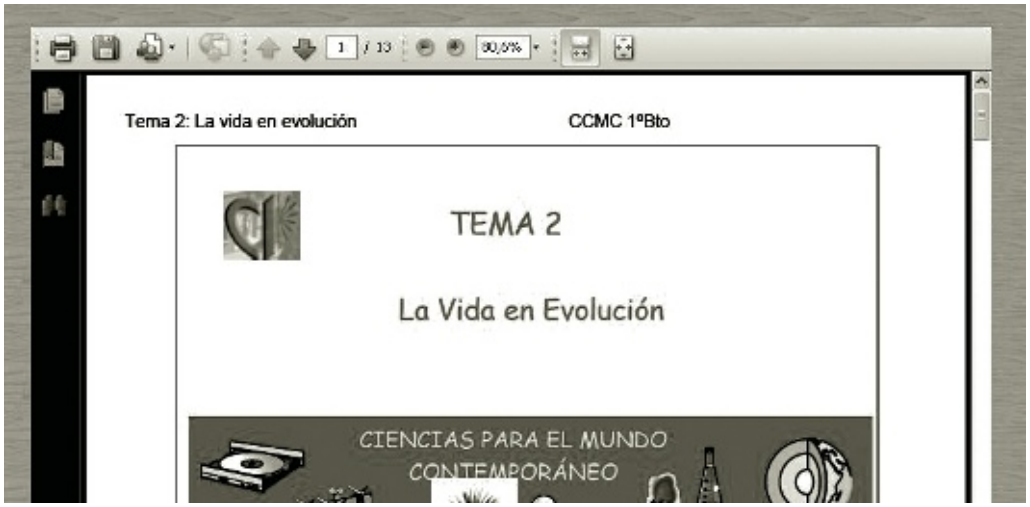




Figura 6. Recursos disponibles en el aula virtual: *a)* Apuntes de la PDI. *b)* Vídeo incrustado.

Y como no debemos olvidarnos de la evaluación, las actividades y tareas que les pongamos a los alumnos, en la red pueden ser evaluadas a través del sistema y complementar aquellas calificaciones obtenidas a través de los tradicionales exámenes. Asimismo, en todo momento cada estudiante tendrá información sobre su rendimiento en la materia *(Figura 7)*.

Tarea 1: Glosario sobre Enfermedades	Aula Virtual de 1º de Bachillerato	100,00	100,00 %	Interesante y buen vídeo
Cuestionario de CCMC	Aula Virtual de 1º de Bachillerato	-	-	
Tarea 2: Glosario sobre Premios Nobel	Aula Virtual de 1º de Bachillerato	87,00	87,00 %	Primero el apellido y luego non poner premio Nobel delante. N búsqueda de términos relacior copia, ya que pueden utilizar u jubilamiento en el diccionario): nosotros tenemos que discrim

Figura 7. Detalle de una parte de la calificación de las tareas de un alumno. Además de las calificaciones numéricas, el sistema permite hacer comentarios al alumno.

4. ¿Y QUÉ OPINAN LOS ALUMNOS?

Llegados a este punto en el que hemos ensalzado el uso de las TIC mediante las pizarras digitales y las plataformas virtuales, debemos hacer un alto en el camino para reflexionar junto a nuestros alumnos, que al fin y al cabo son la razón de ser de nuestra actividad laboral y de muchas de nuestras incursiones en el mundo informático. ¿Qué opinan ellos de la integración de estas herramientas en sus tareas lectivas?

Al finalizar la segunda evaluación decidimos realizar un cuestionario para valorar la materia y la actividad docente, el uso del aula virtual y la utilización de la PDI y de los materiales que con ella hemos estado generando. Antes de analizar los resultados obtenidos, debemos constatar que las calificaciones de los alumnos han mejorado en la segunda evaluación con respecto a la primera (del 46,9% de suspensos al 15,6%) coincidiendo con el cambio a la hora de realizar tareas, que han pasado a ser en formato virtual. Comentaremos a continuación los resultados obtenidos en las preguntas realizadas a los alumnos, empezando por el aula virtual y continuando con las apreciaciones sobre la utilización de la PDI.

Con respecto al aula virtual podemos destacar que la mayoría de los alumnos consideran que la utilización de Moodle es sencilla *(Figura 8)* y que el trabajo en el aula virtual mejora su propio aprendizaje *(Figura 9)*.



Figura 8. Dificultad de los alumnos para usar el aula virtual.

Son también positivas las opiniones que tienen los alumnos sobre la posibilidad de disponer en el aula virtual de apuntes de clase, vídeos y recursos interactivos que pueden consultar en cualquier momento y consideran que puede ser bueno utilizar la plataforma para hacer trabajos cooperativos tipo wiki

(Figura 10). Asimismo, gran parte de los alumnos consideran útiles las herramientas virtuales que nos ofrece Moodle *(Figura 11)*.

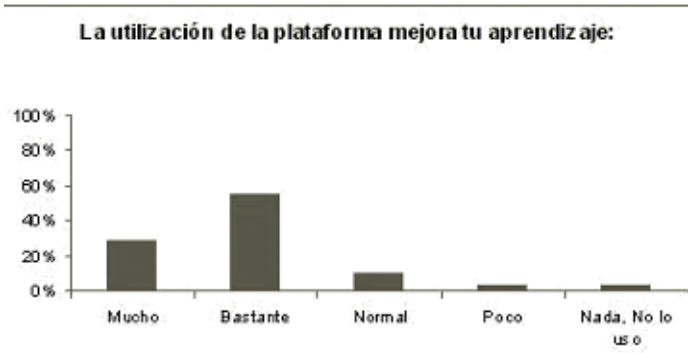


Figura 9. Cómo mejora el aula virtual el aprendizaje de los alumnos.

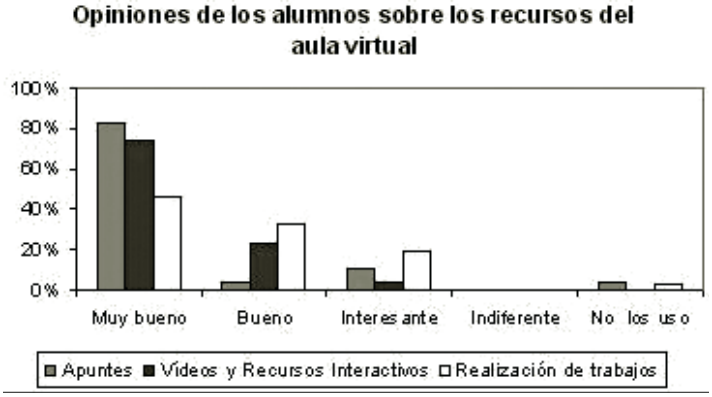


Figura 10. Opinión de los alumnos sobre la posibilidad de disponer de apuntes, vídeos y realizar trabajos cooperativos en Moodle.

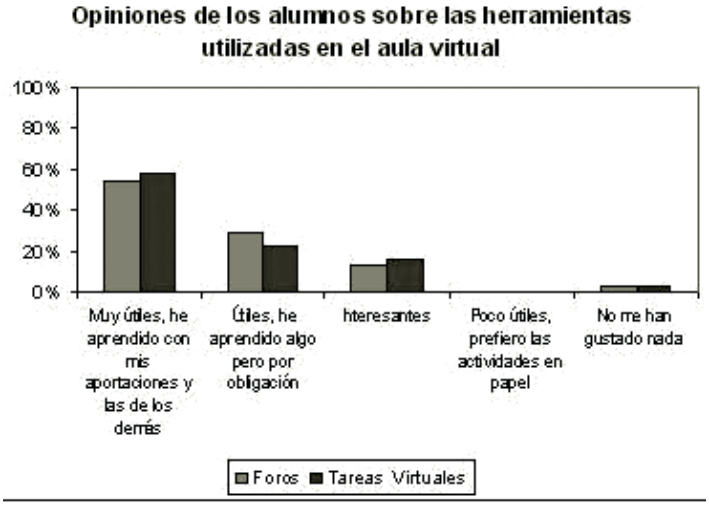


Figura 11. Opinión de los alumnos sobre las herramientas utilizadas en el aula virtual.

Finalmente, analizaremos los resultados obtenidos ante las cuestiones referidas al uso de la pizarra digital. La mayoría de los alumnos ante las cuestiones «¿Qué opinas sobre el uso de la PDI en CCMC?» y «¿Qué opinas de los materiales presentados en la PDI?» contestan con las mejores calificaciones *(Figura 12)*. Igualmente opinan que los textos utilizados en la PDI y el uso de las imágenes les ayudan a la hora

de estudiar la materia *(Figura 13)*. Por último, debemos hacer mención especial a la motivación que les supone a los alumnos la utilización de la PDI en la asignatura, ya que en torno a un 80% consideran que les motiva «Bastante o Mucho» *(Figura 13)*.

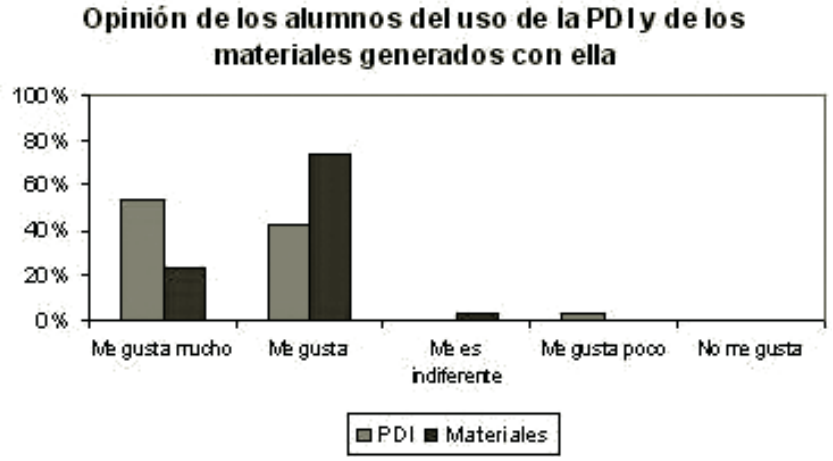


Figura 12. Opinión de los alumnos sobre el uso de la PDI y los apuntes generados.

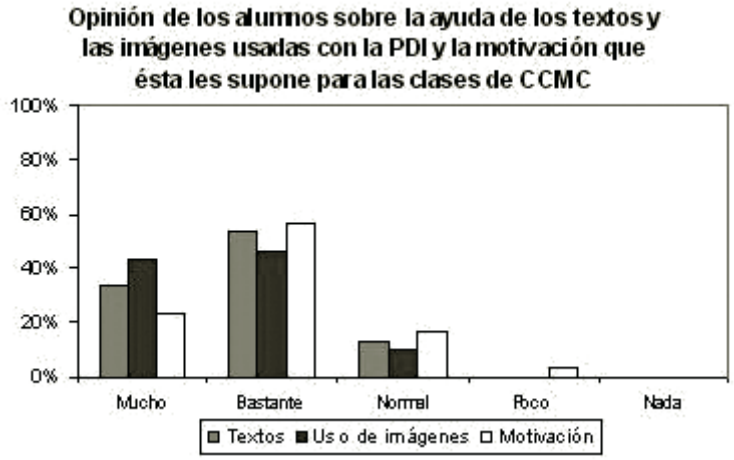


Figura 13. ¿Cómo ayudan los textos y las imágenes en la materia y la motivación por el uso de la PDI?

5. CONCLUSIONES

Las PDI nos permiten, utilizando su propio software, incluir textos, imágenes, vídeos, recursos interactivos, etc., que nos facilitan el trabajo en el aula. Como cualquier clase que impartimos (con pizarra y tiza únicamente o empleando cualquier otro recurso, sea TIC o no), la utilización de las PDI requiere una preparación previa de las unidades a trabajar, una actividad del profesor y los alumnos durante la sesión (que pueden modificar y enriquecer la unidad) y un trabajo posterior de los alumnos para afianzar los conocimientos adquiridos. La combinación de recursos encontrados en distintos medios, recursos generados con las pizarras y las aulas virtuales desarrolladas con la plataforma Moodle nos resulta gratamente satisfactoria dada la respuesta que los alumnos están teniendo en la materia y nos anima a continuar en la misma línea.

Bibliografía y recomendaciones web

Para saber más sobre pizarras digitales y sobre Moodle recomendamos:

Alonso, C., Alconada, C., Gallego, D. y Dulac, J. (2009) *La pizarra digital. Interactividad en el aula*. Madrid, Cultiva, Colección Estudios n.º 109. (Manual básico sobre metodología en el uso de las pizarras digitales. Incluye investigación sobre su utilización por docentes de distintos niveles educativos).

Decreto 67/2008, de 19 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo del Bachillerato. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, viernes 27 de junio de 2008, núm. 152, págs. 6-84.

Maroto, R. M. (2006), Aulas virtuales en EducaMadrid con alumnos de bachillerato. *Aularium*, 6, 118-130.

http://www.corazoninmaculado.es/moodle/course/view.php?id=10 (curso de autoaprendizaje sobre pizarras digitales creado por el autor en las aulas virtuales del Colegio Corazón Inmaculado).

http://docs.moodle.org/es/Portada (página de documentación sobre la plataforma Moodle).

Las TIC en el aula de Ciencias de la naturaleza, para qué y cómo

Antonio Brandi Fernández
Subdirector editorial de Ciencias
Editorial Santillana. c/ Torrelaguna, 60
Madrid-28043
brandian@santillana.es

Palabras clave: nivel de integración, recursos digitales, *pdf*-enriquecido, libro digital.

Keywords: Level of integration, digital Resources, enriched pdf, digital book.

Resumen

La enseñanza de las Ciencias de la naturaleza puede verse enriquecida gracias a la utilización de las TIC, dado que sus asignaturas integran gran cantidad de contenidos basados en cambios secuenciales, procesos dinámicos, etc. Estos contenidos, cuya explicación y comprensión puede resultar complicada con métodos tradicionales, son especialmente propicios para aplicar estas tecnologías.

Actualmente, la oferta de materiales digitales para el aula se realiza en tres niveles de integración: recursos digitales aislados, *pdf*-enriquecidos y libros digitales. En este trabajo se analizan las características de cada uno de estos niveles y las ventajas que pueden aportar a la enseñanza de las Ciencias de la naturaleza.

Abstract

The teaching of natural sciences can be enriched through the use of Information and communication technologies (ICT). Their subjects integrate contents based in several sequential changes, dynamic processes, and so on. These contents, whose explanation and comprehension through traditional methods may be complicated, are especially well adapted to implementation using ICT.

Currently, the availability of digital materials for lectures is done at three levels: Digital Resources, Enriched-pdf and Digital Books. This paper analyzes the characteristics and advantages of each one of these levels for the teaching of natural sciences.

1. Introducción

Aunque pueda parecer extraño hablar de innovación cuando se hace referencia al uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las aulas, es una realidad que mientras la mayoría de los diferentes sectores de la sociedad han integrado estas tecnologías en sus procesos de funcionamiento, no ha sido así en el caso de la Educación, o al menos no con la misma velocidad ni con la misma homoge-

neidad. Hoy día nadie concibe una ventanilla de un banco en la que la persona que nos atiende no tenga un ordenador a su lado con sus aplicaciones específicas. Es normal ver ordenadores en casi todos los servicios que utilizamos, pero sin embargo aún resulta anecdótico verlos de forma natural integrados en el quehacer docente. Aunque cada vez se van viendo más experiencias de implantación de las TIC en el aula (Bartolomé, 2004; San Martín, 2009; Borras, 2010; Guitart, 2010 y Martín, 2010), es de esperar que el ordenador, el cañón de proyección y las pizarras digitales interactivas (PDI) lleguen a estar tan integrados en la labor docente como lo están la pizarra y la tiza tradicionales.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de casi cualquier área del currículo de Secundaria puede verse enriquecido gracias a la utilización de las TIC, y en el caso de las Ciencias de la naturaleza esto es especialmente notorio, dado que sus asignaturas integran gran cantidad de contenidos basados en cambios secuenciales, procesos dinámicos, modelos tridimensionales… Contenidos cuya explicación y comprensión puede resultar complicada con los métodos tradicionales, y que son especialmente propicios para aplicar estas tecnologías.

¿A qué profesor no le hubiera gustado poder mostrar una mitosis con el apoyo de un vídeo o una animación, que haga que sus alumnos comprendan que se trata de un proceso continuo, en lugar de asociarlo a cuatro imágenes fijas? Lo mismo se podría decir en cuanto a contenidos como la deriva continental, la formación de una falla, las sucesiones ecológicas, el proceso de formación de un suelo, etc.

Entre las indudables ventajas que aportan las TIC a la enseñanza de las Ciencias destacan: la ampliación de posibilidades pedagógicas, la motivación del alumnado, la interactividad, la inmediatez y la disponibilidad. Así, las características de estas tecnologías y la manera de trabajar de los docentes llevan a contestar las dos cuestiones planteadas en el título de forma directa y general:

- ¿Para qué? Para mejorar la enseñanza de las Ciencias, aprovechando las posibilidades y las ventajas que ofrecen las tecnologías digitales. En cuanto a estas posibilidades y ventajas, se desarrollarán a continuación en función de cada uno de los tres niveles de integración planteados.
- ¿Cómo? Sin duda, de la manera que decida el usuario, según sus posibilidades (disponibilidad de recursos materiales y digitales), sus necesidades (teniendo en cuenta la adaptación a los contenidos) y sus capacidades (relacionadas principalmente con su nivel de formación en estas tecnologías).

En cuanto al modo de introducir estos materiales en las aulas, también depende, como ya veremos, de cada nivel de integración, aunque en este caso hay dos condicionantes muy importantes: la disponibilidad de recursos materiales (ordenadores personales, cañones de proyección, pizarras digitales interactivas…) y de aplicaciones informáticas adecuadas (elementos digitales, programas, libros digitales…). En el primero de ellos están implicadas las diferentes administraciones, desde las Consejerías de Educación de cada Comunidad Autónoma hasta el mismo Gobierno (Programa Escuela 2.0), incluyendo el propio centro educativo. En el segundo se presenta una gran diversidad de fuentes: desde el mismo docente, que elabora sus propios materiales digitales; Internet con sus comunidades virtuales, Web2.0, etc., hasta empresas, principalmente editoriales y de programación, que tienen mucho que aportar en este sentido.

Los tres niveles de integración considerados para la implementación de las diferentes aplicaciones informáticas en el aula y desarrollados a continuación son: recursos digitales aislados, *pdf*-enriquecido y libro digital.

2. Recursos digitales aislados

La RAE (http://www.rae.es) define recurso como «el conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa», y digital como «referente a los números dígitos y en particular a los instrumentos de medida que la expresan con ellos».

Así, podemos considerar un recurso digital como cualquier recurso que necesite la utilización de un dispositivo informático (normalmente un ordenador) para poder ser utilizado.

Dentro de los recursos digitales educativos existe una gran variedad: vídeos, audios, animaciones, presentaciones *PowerPoint*, fotogalerías, actividades interactivas… Todos ellos presentan muchas ventajas educativas, entre las que se pueden destacar:

- Motivación. Esta es una de las condiciones principales para que se produzca aprendizaje significativo. En este caso, la motivación es clara entre los alumnos por encontrarse en un medio muy familiar para ellos, que les resulta atractivo, que controlan bien, en el que se sienten cómodos y para el que se encuentran más receptivos que con otros canales.
- Opciones. Los recursos digitales abren múltiples opciones para la labor docente, Entre todas ellas se pueden destacar dos especialmente notorias para el caso de las asignaturas de Ciencias:
  - Visualización 3D. Este tipo de tecnología permite trabajar en tres dimensiones, lo que en el caso de determinados contenidos como, por ejemplo, representaciones moleculares, bloques diagrama geológicos, contenidos de anatomía, etc., supone una importante ventaja.
  - Trabajo con sistemas virtuales. Determinadas tecnologías digitales permiten reproducir procesos de forma virtual, de manera que podemos disponer de un laboratorio virtual, visualizar procesos de alto riesgo, reacciones entre compuestos a nivel molecular, procesos inabarcables temporalmente o espacialmente, etc.
- Disponibilidad. Actualmente, una de las mayores y más variadas fuentes de recursos digitales que podemos encontrar es Internet (VVAA, 2010). Existen multitud de páginas web en las que encontrar recursos digitales, algunos de los cuales pueden ser utilizados libre y gratuitamente con fines pedagógicos. Algunas de estas páginas son:
  - La NASA (http://photojournal.jpl.nasa.gov/). Se accede desde múltiples direcciones y en todas ellas se pueden encontrar gran cantidad de recursos para descargar y usar gratuitamente. Incluso dispone de un servicio de atención al usuario mediante el cual responden, de forma muy rápida, cualquier cuestión que se les plantea.
  - Universidad de Nebrasca (http://astro.unl.edu). En esta página se encuentran bastantes recursos interactivos sobre Astronomía. Se pueden descargar gratuitamente para una utilización didáctica.
  - EDUCARED (http://educared.net). Página de telefónica con algunos recursos didácticos.
  - OEI, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (http://www.oei.es/tic/biologia.htm). Disponen de recursos digitales de alta calidad.
  - CIENCIANET (http://www.ciencianet.com). Página de visita recomendada, en la que se puede encontrar material e ideas muy variadas para su uso en el aula.
  - Proyecto AGREGA (http://www.proyectoagrega.es). Se encuadra dentro del Plan Avanza 2006-2010 del Gobierno. En esta página, los profesores y cualquier entidad pueden incluir recursos de forma gratuita con la licencia que estipulan. Su utilización también es libre, bajo las condiciones de su licencia.

  Las páginas mencionadas son únicamente un ejemplo de las opciones que se pueden encontrar en Internet. Existen, además, bastantes direcciones con foros de profesores y lugares de encuentro entre docentes de Ciencias, que son también una fuente de recursos. Algunas permiten suscribirse y recibir periódicamente información que nos mantiene actualizados, fácil y gratuitamente. Otras permiten incluso dejar de ser un mero espectador pasivo y pasar a una posición más participativa, publicando material y aportando ideas, recursos… Se trata de una segunda generación de servicios en Internet conocida como «Web social» o «Web 2.0».

  A pesar de todo lo dicho, Internet no es realmente la panacea, ni para disponer de recursos digitales, ni para integrar estas tecnologías en el aula. Independientemente de las cuestiones técnicas sobre accesibilidad, conectividad, anchos de banda y un largo etcétera que puede hacer insufrible su uso, hay que tener en cuenta que no todo lo que hay en esta Red es adecuado pedagógicamente. Existen

muchos condicionantes que se deben contemplar a la hora de utilizar lo que se encuentra en Internet: contenidos «nada apropiados» para los alumnos, rigurosidad de los conceptos desarrollados en esos recursos, adecuación de los mismos a la edad y al nivel, etc. Incluso hay características, como puede ser la tipografía, el cuerpo de la letra, los colores, etc., que llegan a crear dificultades de lectura y comprensión. Estas características no siempre son tenidas en cuenta por las personas y entidades que los elaboran.

Cuando se utilizan recursos obtenidos de páginas web, son los docentes los que deben tener en cuenta y valorar los contenidos que utilizan, siendo garantes de su calidad, rigurosidad, actualidad, adecuación al nivel… Es el profesorado el que debe guiar a sus alumnos para que gestionen la información, la discriminen y hagan que se convierta en conocimiento. Ahora, con una fuente de bajo control como es Internet, ese papel se ha convertido en algo crucial para la educación.

- Capacidad multimedia. Aunque, en muchas ocasiones, este término se asocia con cualquier recurso que funcione con tecnología digital, en realidad el adjetivo multimedia hace referencia a aquel material que utiliza varios medios (texto, sonido e imágenes –fijas o en movimiento–) de forma conjunta y simultánea para la creación, tratamiento y difusión de un contenido. Vídeos, animaciones, recreaciones, *stop-motions*, dibujos animados..., son recursos multimedia.

  Esto tipo de recursos permite abrir un campo muy amplio de posibilidades, ya que cuantos más lenguajes se utilicen en la transmisión de la información, las probabilidades de que esta sea captada son mayores.

- Inmediatez. Con las Tecnologías de la Información y Comunicación, el acceso a la información, la búsqueda de datos y la disponibilidad de recursos es prácticamente inmediata.

  Tomemos el ejemplo del dramático terremoto de Haití que se produjo en enero de 2010. La información y las imágenes del mismo estaban disponibles en las ediciones digitales de la mayoría de los periódicos en cuestión de horas (*Figura 1*). Incluso en algunos casos, como en el diario *El País* (*El País*, 13-1-2010) teníamos disponible conexión a *GoogleMaps*, fotografías del desastre, animaciones que explicaban detalladamente como se produce un seísmo, en qué escalas se mide, qué consecuencias puede tener, etc. Un material con una elevada utilidad didáctica.

- Interactividad. Este es otro término que conviene definir. La interactividad es una acción recíproca, bidireccional, que se establece a modo de diálogo entre dos interlocutores. Es, por tanto, una acción de «interlocución» entre el usuario y la aplicación. No se trata simplemente de elegir opciones (esto no es interactividad). Hacer clic en una u otra opción para navegar por una aplicación es una participación puramente mecánica, como pasar las hojas de un libro, y que no supone ninguna actividad significativa del estudiante en el proceso de aprendizaje.

  Un material digital es interactivo cuando permite acciones comunicativas entre el usuario y el programa, de forma que este último responde de diferentes formas en función de las acciones del usuario, planteando nuevas opciones y/o respondiendo o actuando según la elección del que lo usa.

  Esta capacidad propia de determinados recursos digitales le confiere una alta capacidad pedagógica y una clara aplicabilidad en el proceso de evaluación.

- Autoevaluación inmediata. Las actividades interactivas poseen la ventaja de ofrecer una evaluación inmediata. El programa «le dice» al alumno si su respuesta o su acción es correcta o incorrecta instantáneamente, incluso puede darle orientaciones en caso de respuestas erróneas y proponerle alternativas nuevas de forma rápida. El alumno ya no tiene que esperar a que sus pruebas sean corregidas pasados dos o tres días (en el mejor de los casos), cuando él ya está trabajando otro contenido y el volver atrás le supone un freno a su avance. Esta opción, además, facilita al alumno la posibilidad de aprender de sus propios errores, gracias al *feedback* inmediato.



Figura 1. El País.com, 13-1-2010.

En este nivel de integración de las tecnologías digitales, los mismos profesores pueden ir incrementando estos recursos, como ya se está haciendo en algunas de las direcciones web mencionadas. Existen programas de manejo sencillo que permiten realizar elementos muy vistosos y útiles, me refiero, por ejemplo, al caso de las presentaciones elaboradas con *PowerPoint*. Representan una buena manera de comenzar a implantar esta tecnología y de sentirse cómodos en su manejo. En este punto, la formación y capacitación de los docentes es determinante para su implantación.

También es importante, y no hay que menospreciarla dentro de la labor docente, la posibilidad de que los mismos alumnos participen en la elaboración de estos recursos, bien como trabajos colectivos, como formas de evaluación, etc. La creación de materiales digitales por parte de los alumnos hace que se encuentren activamente implicados en la construcción de su aprendizaje, individualmente, con otros compañeros o con sus propios profesores.

En cuanto a las características y usabilidad que tienen que cumplir los recursos digitales hay diversos estudios (MARZAL *et al,* 2008) que las analizan. Incluso algunos de los trabajos presentados en este congreso concretan y detallan diversos aspectos de estos elementos. Solo quisiera recalcar tres premisas que considero importantes para los recursos digitales didácticos:

- Evitar ser ambiciosos. Abarcar muchos contenidos con un solo recurso siempre es garantía de fracaso.
- La forma no debe eclipsar al fondo. Nunca las opciones informáticas y lo llamativo de las posibilidades digitales de un recurso debe hacer que los alumnos distraigan su atención del contenido que ese

elemento debe desarrollar. Hay que evitar que estos recursos se conviertan en «fuegos artificiales» que distraigan a los alumnos del fondo que queremos transmitir.

- Primar los criterios pedagógicos. Los recursos digitales deben ser concebidos, realizados y aplicados con criterios pedagógicos claros y pertinentes. Esto llevará siempre a un verdadero aprovechamiento educativo de las TIC.

3. *PDF*-ENRIQUECIDO

Se trata del primer nivel de integración entre los recursos digitales aislados y el libro de texto. Básicamente consta de una imagen del libro del alumno, obtenida como un *pdf*, sobre la que se asocian diversos recursos digitales. La ejecución de estos recursos se realiza a través de iconos asociados a la imagen, que se activan mediante el ratón. El número, calidad y adecuación de los mismos a los contenidos del currículo marcan la diferencia entre unos productos y otros. (*Figura 2*. Libro digital multimedia Santillana, Ciencias de la naturaleza 1.º ESO.)

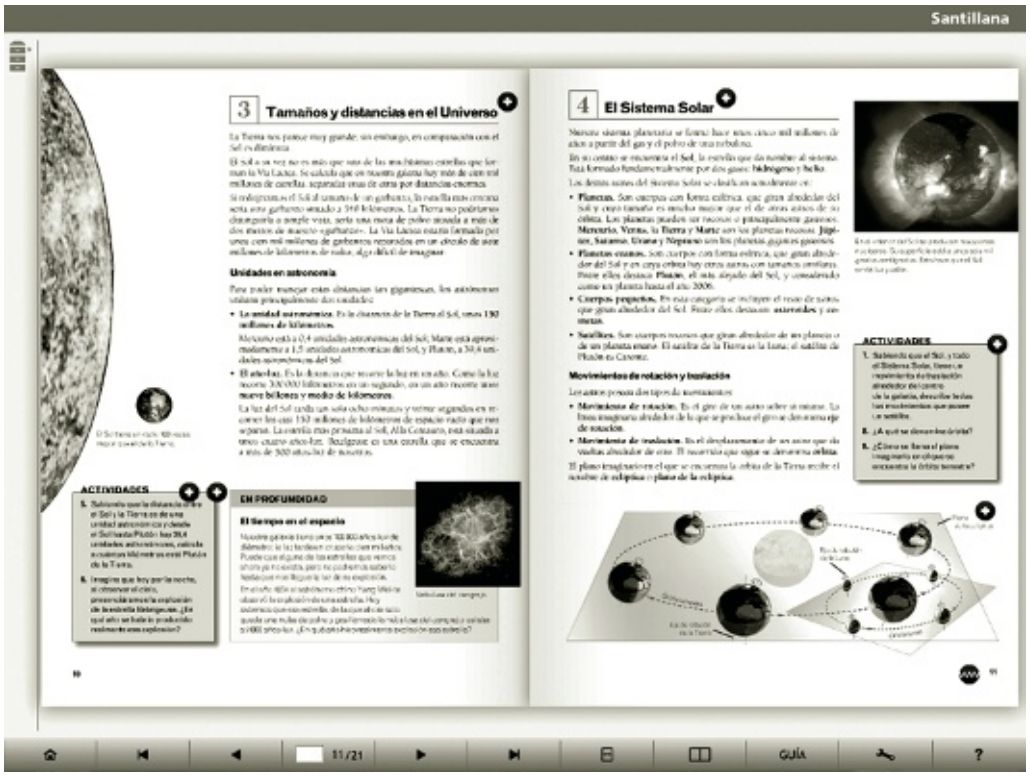


Figura 2. LibroMedia Santillana,
Ciencias de la naturaleza 1.º ESO.

Los nombres que se utilizan para designar este nivel de integración son muy variados entre las diferentes ofertas y dependen de la concepción del mismo y del canal a través del cual se ofertan: «e-PDF», «libro digital interactivo», «libro interactivo en red»… Aunque hay que tener en cuenta que, independientemente del nombre con el que se designen, no se trata de un verdadero libro digital sino de un nivel básico de integración entre recursos digitales y libro de texto, y que constituyen, eso sí, una buena manera de comenzar la implementación de este tipo de recursos en el aula.

Su aplicación se puede realizar *on-line* (a través de una página web) o también *off-line* (mediante un dispositivo de almacenamiento digital: CD, DVD, *pen-drive*…). En el primer caso, al depender de la conectividad a Internet, su funcionamiento está condicionado por todos los inconvenientes de este sistema:

velocidad de conexión, caídas de la red, disponibilidad del servidor… En el segundo caso, al utilizarlo desde un dispositivo independiente de la red, tiene un uso autónomo y por tanto más práctico y controlado en todo momento por el docente-usuario.

Además de las ventajas que aportan cada uno de los recursos que integra, en este producto se pueden destacar otras ventajas adicionales:

- Asociación con libro de texto. El uso de los recursos digitales se asocia a un eje conductor clásico, el libro de texto.
- Inserción y transición amable y controlada hacia el uso de estas tecnologías.
- Programación y secuenciación clásicas. Este material, al estar planteado sobre el libro del alumno, mantiene la programación planteada en él, es decir ofrece una secuencia de aprendizaje organizada en torno al planteamiento pedagógico del libro.
- Contextualización de los recursos digitales. Estos no quedan aislados como una «píldora de información», sino que se encuentran ordenados y localizados junto a su contenido correspondiente. Por otro lado, al cerrar el recurso siempre se regresa a la página de contenidos en la que se encuentra el icono asociado, por lo que visualmente permite «saber donde estás» en cada momento.
- Facilita la temporalización de los recursos. La localización de los iconos ofrece una orientación del momento en que el docente puede usarlos, aunque está decisión siempre le corresponde a él.
- Permite «salidas» a otras fuentes de información. Los enlaces a Internet permiten conectar con páginas web externas seleccionadas por su adecuación y rigurosidad.

4. Libro digital

No se trata de un *pdf*-enriquecido. La estructura y planteamiento de este material es totalmente digital y tiene que ser usado exclusivamente en formato digital y, normalmente, *on-line*.

El producto integra recursos digitales y muchas otras funcionalidades relacionadas con el proceso educativo y la tarea docente. Muchas de estas funciones del libro digital están relacionadas con la plataforma que lo sustenta.

En el caso del *LibroWeb* de Santillana *(Figura 3)*, el producto presenta las siguientes características:

- Es un verdadero libro digital que se utiliza *on-line*, mediante una conexión a un servidor, por lo que solo necesita de un navegador para poder utilizarlo.
- Está pensado y diseñado para su utilización en cualquier plataforma educativa.
- Al estar basado en formatos abiertos, está preparado para poder trabajar con él en todo tipo de ordenadores, con cualquier pantalla, cualquier navegador, cualquier sistema operativo…
- Puede ser usado en ordenadores, con cañón de proyección o con PDI (pizarra digital interactiva).
- Integra recursos digitales educativos de todo tipo. Algunos de estos recursos son descargables (esquemas, resúmenes, audios…).
- Permite el acceso desde dos perfiles de usuario: profesor y alumno. El profesor dispone de todo aquello que está accesible para el alumno y de otras muchas opciones y recursos que le facilitan su uso y puesta en práctica en el aula.
- Su uso es sencillo tanto para profesores como para alumnos.
- Permite una rápida actualización y ampliación de contenidos.
- El acceso a estos libros se puede realizar desde el centro escolar o desde el propio domicilio del profesor y del alumno.

- Dependiendo de las opciones de la plataforma, el docente podrá trabajar con materiales incluidos por él mismo.
- Mantiene el concepto y presentación del libro de texto. Los contenidos (textuales e iconográficos) corresponden a los mismos que se pueden encontrar en el libro en papel, pero ampliados con recursos digitales educativos. Por ejemplo, el texto incluye hipervínculos que amplían contenidos, también incluye animaciones, fotogalerías, actividades interactivas, un diccionario que abre términos de difícil comprensión, audios descargables, etc. La posibilidad de descargar audios adquiere gran importancia, ya que pueden usarse como elemento de estudio o repaso, para alumnos inmigrantes, clases bilingües, idiomas de CCAA, etc.



Figura 3. Libroweb Santillana, Ciencias de la naturaleza 1.º ESO.

Entre las ventajas que ofrece el *LibroWeb* destacan:

- Mantiene el concepto didáctico y los contenidos clásicos. Su concepción es la misma que el libro de texto en papel y ofrece los mismos contenidos.
- Motivación. Es motivador e interesante para los alumnos.
- Incluye gran cantidad de recursos digitales didácticos. Los contenidos desarrollados están acompañados con una amplia variedad de recursos digitales.
- Ofrece múltiples funcionalidades. Seguimiento de procesos de enseñanza, evaluación de estos procesos, evaluación de los alumnos, técnicas de estudio, formación *on-line* al docente…
- Uso *on-line* fácil e intuitivo. Su uso se realizará *on-line*. El manejo es muy sencillo e intuitivo.
- Actualización inmediata. Los contenidos pueden ser actualizados de forma continua e inmediata.
- Fácil lectura. El tamaño de los textos puede ser variado fácilmente por el usuario. Se pueden ampliar hasta cuerpo 21.
- Versatilidad. Se puede usar con cualquier ordenador, pantalla, navegador, sistema operativo… Puede funcionar en ordenadores, con cañón de proyección o con PDI.

5. Conclusiones

Las TIC tienen un potencial pedagógico especialmente elevado para el caso de la enseñanza de las Ciencias de la naturaleza. Este potencial se concreta en las características propias de los diferentes niveles de integración de las tecnologías digitales y se pueden resumir en:

- Implican una construcción social del aprendizaje. Las fuentes de conocimiento se amplían y diversifican, por lo que el papel del docente como guía del proceso de aprendizaje es determinante.
- Aumentan la calidad y variabilidad de recursos educativos. Esto hace que las posibilidades de trasmisión del conocimiento aumenten y se diversifiquen.
- Incrementan el aprendizaje significativo de los alumnos. Con menores tiempos de aprendizaje se consiguen mayores logros y con una mayor variedad de lenguajes las posibilidades de captar los conceptos aumentan.
- Aumentan la autonomía en el aprendizaje. Los propios alumnos pueden organizar sus secuencias y niveles de aprendizaje.

Bibliografía

Bartolomé, A. (2004). *Nuevas tecnologías en el aula*. Barcelona, Graó.

Borras, P. (2010). Ordenadores en la escuela rural. *Cuadernos de pedagogía*, 397, 26-29.

Guitart, P. (2010). Pizarras mágicas en el aula. *Cuadernos de pedagogía*, 397, 30-31.

Martín, M. (2010). Cuando los ordenadores son una herramienta más. *Cuadernos de pedagogía*, 397, 32-34.

Marzal, M.A., Calzada-Prado, J. y Vianello, M. (2008). Criterios para la evaluación de la usabilidad de los recursos educativos virtuales: un análisis desde la alfabetización en información. *IR Information Research*, 13 (4), 1368-1613.

Programa Escuela 2.0, *Boletín Oficial del Estado*, 5 de agosto de 2009, núm. 188, Sec. III, pág. 66903 a 66905.

San Martín, A. (2009). *La escuela enredada*. Barcelona, Gedisa.

VV AA (2010). Monografía: Internet en la enseñanza de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 50, 5-122.

Diseño de una blogosfera como alternativa didáctica en Ciencias para el Mundo Contemporáneo

Paloma Román Gómez

IES El Pinar (Alcorcón, Madrid)
C/ Parque Ferial, s/n, (Alcorcón, Madrid)
paloma.roman@educa.madrid.org

Palabras clave: Cuaderno de bitácora, educación, Internet, Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC), Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

Keywords: Blog, education, Internet, Information and Communication Technologies (ICT), Science for the Contemporary World.

Resumen

El presente trabajo expone una experiencia de integración de las TIC al sistema educativo, concretamente se utiliza una *Blogosfera* como herramienta para el aprendizaje de la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, que se imparte en 1.º de Bachillerato. En este entorno, se utiliza el *blog* como instrumento de información, formación, publicación y trabajo colaborativo, donde el profesor pasa a ser un mediador en el proceso (facilitador del aprendizaje) y el alumno, en contacto con todo el saber que le proporciona la Red, fabrica su propio conocimiento de una forma eficaz y autónoma.

Abstract

This paper describes an experience of ICT integration in the education system, using the blogosphere as a tool for learning, in the subject Science for the Contemporary World, which is studied in high school. Using the blog as a tool for information, training, publication and collaborative work, where the teacher becomes a mediator in the process (learning facilitator) and students, in contact with all the knowledge that gives the Web, make their own knowledge in an effective and autonomous way.

1. Introducción

El presente trabajo nace como respuesta a la reciente integración en la programación general de Bachillerato de la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC), en un intento de abordar la abundancia y variedad de contenidos que se engloban en dicha materia.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer una alternativa didáctica que utiliza un entorno de aprendizaje diferente, facilitado por determinados elementos de las TIC (Tecnologías de la Información de las Comunicaciones), así como por algunas de las aplicaciones que Internet ofrece, que ponen a disposición del estudiante, una amplia información y una rápida posibilidad de actualización, lo que supone una mejora y enriquecimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se ha experimentado con la integración de los *blogs* en el aula y se ha elaborado una *blogosfera* (conjunto de *blogs* encadenados) como universo dinámico en el que interactúan profesor, alumno y el resto de la sociedad, universo que, en continuo cambio, modifica la visión de la realidad del alumno ayudándole a construir su conocimiento.

La *blogosfera* generada pretende ser una iniciativa educativa en la Red y con la Red, para integrar la tecnología informática como un recurso facilitador del aprendizaje, siendo tanto un instrumento de intercambio y comunicación como de producción de materiales y conocimientos.

Cada alumno genera su propio *blog* que utiliza como cuaderno de clase, donde refleja el trabajo desarrollado a partir de las propuestas que el profesor le realiza, las cuales hacen referencia a determinados contenidos de la materia de CMC. Todo ello se complementa mediante un *blog* grupal en el que participan todos los elementos que intervienen en el proceso.

En este contexto se observa un cambio sustancial de los papeles educativos, donde el profesor pasa a ser facilitador del aprendizaje, el alumno pasa de ser usuario a creador de conocimientos y la Red, a ser la vía de comunicación entre todos los constituyentes del proceso educativo *(Figura 1)*.

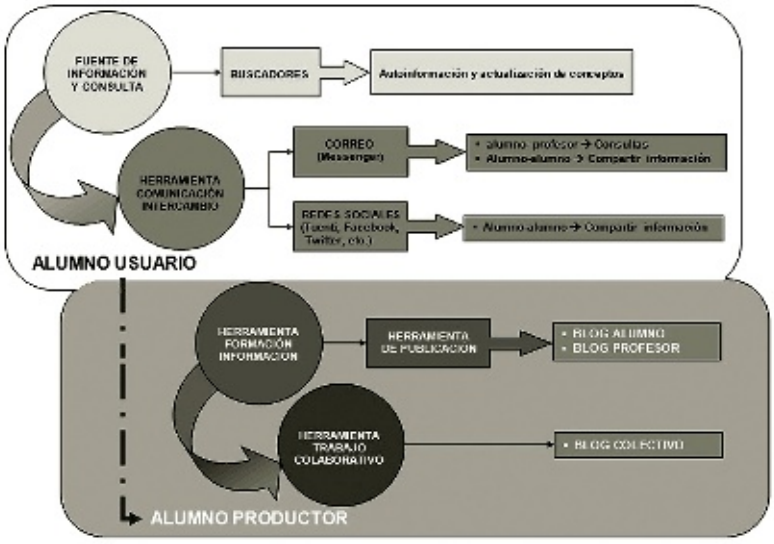


Figura 1. El alumno pasa de usuario a productor de conocimientos.

A continuación se describe cada uno de los *blog* generados, así como los objetivos, contenidos y métodos de evaluación llevados a cabo.

2. Objetivos educativos

Los objetivos que se pretenden desarrollar con la introducción de las herramientas que aportan las nuevas tecnologías en la programación de Ciencias para el Mundo Contemporáneo son:

- Atender eficazmente al alumno en su proceso de aprendizaje.
- Fomentar la comunicación horizontal entre todos los constituyentes del proceso educativo.

- Aprender a diferenciar entre: opiniones personales y conclusiones de una investigación, entre describir e interpretar, entre ciencia y pseudociencia.
- Orientar el aprendizaje del alumno, para que pueda elaborar sus propios materiales, construir argumentaciones sólidas con un lenguaje preciso, en la que se establezcan relaciones entre estas ideas expuestas y conclusiones finales.
- Mostrar al alumno la utilidad social que tiene el conocimiento científico y la conveniencia de establecer ciertos controles sociales.
- Proporcionar al alumno una herramienta de trabajo que le permita trabajar, dentro y fuera del aula, en función de sus características individuales y personales.
- Establecer una comunicación rápida y sencilla con el alumno a través de los *blogs* elaborados.
- Servir como recurso educativo para mejorar la comunicación escrita de los alumnos.
- Lograr mejores resultados académicos.

3. Aspectos curriculares

En el siguiente apartado se reflejan los contenidos desarrollados a través de la utilización de las TIC.

Se han seleccionado doce temas, del programa oficial *(Figura 2)*, que ofrecen una amplia diversidad en cuanto a conceptos y procedimientos.

Los temas se han elegido en función de dos criterios, por un lado su interés social y científico, y por otro la posibilidad de que el alumno pueda adoptar decisiones y posturas como ciudadano.

CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

TEMA 1: LA CIENCIA, METODO Y SU INFLUENCIA
- Ciencia o pseudociencia

TEMA 2: NUESTRO LUGAR EN EL UNIVERSO
- El Universo Oscuro
- El origen de la vida. De la síntesis prebiótica a los primeros organismos
- Evolución humana

TEMA 3: VIVIR MAS, VIVIR MEJOR
- Salud y enfermedad
  - Enfermedades y medicamentos
  - Enfermedades y globalización
- La biología en la sociedad actual
  - Células Madre
  - Aplicaciones de la proteómica a la clínica humana

TEMA 4: HACIA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL PLANETA
- Impactos ambientales: Contaminación, desertización y residuos

TEMA 5: NUEVAS NECESIDADES, NUEVOS MATERIALES
- Nuevos materiales para la sociedad actual
- Nanotecnología

TEMA 6: LA ALDEA GLOBAL. DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN A LA SOCIEDAD DEL CONSUMO
- La arquitectura del ordenador

Figura 2. Contenidos desarrollados a través de las TIC.

4. Metodología

La incorporación de las TIC en la enseñanza de las Ciencias del Mundo Contemporáneo se ha manifestado como una herramienta útil en la búsqueda eficaz de información e imprescindible para mostrar una visión actualizada de la actividad científica (Gil-Pérez, Valdés, 1995; Valdés, Valdés, 1994), en particular, como instrumento de obtención de datos experimentales (Millot, 1996), como medio para contrastar informaciones y como lugar ideal donde simular y visualizar situaciones.

Aprovechando las características propias del formato *blog*, se ha generado una *blogosfera*, como herramienta de construcción del conocimiento, donde el alumno no solo busca información, sino que la construye y la comparte.

Siguiendo las directrices del constructivismo, se utiliza una metodología activa, donde por descubrimiento, se llega a un aprendizaje significativo (Lara, 2005). Metodología que se ha manifestado adecuada a las características del alumnado tan diverso que cursa esta materia, cuyas bases científicas son muy dispares.

5. Descripción de la blogosfera

Se afronta la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo a través de la creación de una *blogosfera*, en *Blogger*, constituida por tres tipos de *blogs*, (del profesor, del alumno y del grupo), con funciones diferentes *(Figura 3)*:

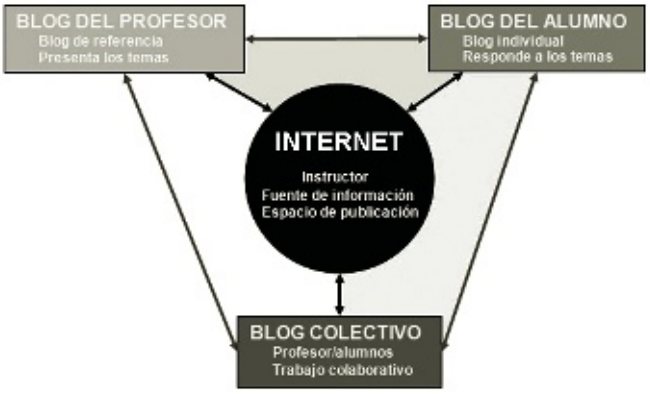


Figura 3. Constitución de la *blogosfera*.

5.1. *Blog* del profesor

La *blogosfera* parte del *blog* del profesor, alojado en la siguiente dirección: http://ccmcontemporaneo.blogspot.com/, que, a pesar de ser un eslabón más en la *blogosfera*, sirve fundamentalmente de vía de comunicación entre profesor-alumno. En él se proponen los distintos ejercicios y trabajos que el alumno debe desarrollar en cada tema *(Figura 4)*.

Cada unidad tratada se ha estructurado en las siguientes partes:

- Temas sobre los cuales el alumno debe investigar, donde debe enfrentarse a situaciones problemáticas concretas y buscar soluciones.
- Actividades de muy diversos tipos que el alumno debe realizar, cuyo objetivo es que el alumno organice lo aprendido, incida sobre lo esencial del tema y reflexione sobre determinados aspectos, de manera que pueda avanzar en su aprendizaje.
- Enlaces a las páginas webs por las que el alumno debe navegar para buscar información en aquellos temas en los que la navegación es dirigida.
- Enlace al dominio del profesor (http://www.geopaloma.com), en el que encontrará actividades interactivas, así como otra posibilidad de comunicación mediante correo electrónico.
- Webquest a realizar por el alumno: «La polémica está en la calle» alojada en http://phpwebquest.org/wq2/webquest/soporte_derecha_w.php?id_actividad=4078&id_pagina=1
- Ayudas para el estudio: bajo este epígrafe se presenta la información básica que el alumno debe tener sobre el tema. Básicamente, las ayudas corresponden a presentaciones en formato *PowerPoint* elaboradas por el profesor, con las ideas principales del tema analizado.
- Otras informaciones relevantes para el estudio.

5.2. *Blog* del alumno

El alumno debe crear su propio *blog*, su espacio individual de comunicación, que le sirve de escenario donde plasmar su identidad virtual.

En él, deberá publicar los resultados obtenidos del estudio de cada tema, así como los ejercicios propuestos.

El trabajo a desarrollar por el alumno supone seguir la siguiente dinámica:

- Analizar los contenidos a desarrollar en el libro de texto
- Realizar un recorrido por las páginas web de consulta recogiendo información en archivos de *Word* y esquemas, fotografías, vídeos que le sirvan de apoyo.
- Realización de las actividades propuestas, estas son de los siguientes tipos:
  - Actividades de consolidación de conceptos, cuyas respuestas deben ser publicadas en el cuaderno virtual del alumno.
  - Actividades interactivas de autoevaluación, localizadas en el dominio del profesor (www.geopaloma.com).
  - Actividades de investigación, que presentará el alumno en clase, en formato *PowerPoint*.

Los temas sobre los que deben investigar son de dos tipos:

- Temas cuya investigación supone la navegación por la Red restringida y dirigida por el profesor. Lo cual:
  - Aumenta la motivación, ya que los alumnos se sienten más cómodos y seguros con un elemento con el que se sienten familiarizados.
  - Facilita la interdisciplinariedad, vital en el desarrollo de esta asignatura.
  - Permite ofrecer distintos enfoques de un mismo tema.
  - Fomenta el sentido crítico, al diagnosticar qué información se necesita en cada caso.
  - Aumenta la participación de los alumnos.
  - Favorece la curiosidad al investigar buscando información.
  - Favorece la cooperación, dado el distinto conocimiento de la herramienta de trabajo, aumentando la autoestima de aquellos alumnos más aventajados en su manejo.
  - Favorece la comunicación entre los distintos componentes del grupo-clase y permite su comunicación con otros elementos de la comunidad virtual.
- Temas cuya investigación supone la navegación libre por la Red, lo cual implica:
  - Utilizar las principales herramientas de Internet.
  - Diagnosticar qué información se necesita en cada caso.
  - Saber encontrar la información y saber citar dicha información (hiperenlaces, licencias, etc.).
  - Resistir la tentación de dispersarse al navegar por Internet.
  - Evaluar la calidad y la idoneidad de la información obtenida.
  - Saber utilizar la información.
  - Saber aprovechar las posibilidades de comunicación de Internet.
- Comunicación y publicación, por parte de cada alumno en su *blog*, de los resultados obtenidos en cada tema.

Se debe destacar que esta experiencia contribuye a la adquisición de la competencia lectora por parte de los alumnos, a través de los proyectos de investigación que el alumno debe desarrollar en su *blog* individual.

La lectura, interpretación y redacción de informes y documentos contribuye al conocimiento y a la capacidad de utilización de diferentes tipos de textos y de sus estructuras formales.

Por otra parte, el trabajo científico requiere de formas específicas para la búsqueda, recogida, selección, procesamiento y presentación de la información en muy diferentes maneras (numérica, simbólica, gráfica, etcétera) que exigen poner en juego estrategias asociadas a esta competencia.

Además, permite la adquisición de un vocabulario científico-tecnológico específico que ha de ser utilizado en la elaboración de los proyectos de investigación.

5.3. Blog colectivo

El *blog* colectivo es otro eslabón dentro de la *blogosfera*, que sirve de vía de comunicación entre alumnos-comunidad científica, donde el discurso no se encuentra controlado por el profesor sino por el alumno *(Figura 4)*.



Figura 4. Aspecto del *blog* del profesor (izquierda) y del colectivo (derecha).

Es una invitación a pensar y mirar a su alrededor de forma diferente, que permite establecer una comunicación horizontal entre los interlocutores, que incita al alumno a replantearse determinadas cuestiones afrontadas en la materia tratada y aumenta la eficacia del sistema empleado.

En él, se publicarán noticias científicas del tema tratado.

En este *blog*, alojado en http://diver-noticias.blogspot.com, cada alumno debe introducir, al menos, una noticia de carácter científico cada mes y realizar un comentario sobre la que le ha parecido más interesante *(Figura 3)*.

Mientras que la función del profesor es crear el soporte físico donde alojar las noticias, la del alumno será dotar de contenidos dicho *blog*.

En relación a este nuevo *blog*, las tareas desarrolladas por el profesor son:

- Generar una plataforma para que el alumno exprese su opinión.
- Dotar de una herramienta de comunicación horizontal, vinculando los *blogs* generados.

- Invitar a todos los alumnos a participar.
- Generar intereses comunes mediante la propuesta del tema científico que se va a someter a discusión cada mes.
- Corregir las noticias científicas publicadas por cada alumno.
- Moderar los comentarios y discusiones que se establezcan a partir de las noticias publicadas.

Mientras que las del alumno son:

- Realizar actividades de búsqueda de noticias, mediante libre navegación.
- Interpretar documentos, informaciones, etc.
- Distinguir información científica de la no científica.
- Analizar problemas concretos.
- Proponer ideas y dar soluciones a problemas concretos.
- Leer, resumir y publicar una reseña que contenga:
  - Título de la noticia.
  - Fotografía y/o vídeo.
  - Breve resumen de la misma.
  - Enlace al lugar de donde ha sido extraída la noticia.
- Publicar, al menos, un comentario a la noticia más interesante y atractiva del mes, donde el alumno debe valorar la noticia en sí, el resumen que ha elaborado su compañero, el título que ha dado a la noticia, la estética del conjunto, etc.

A partir de todo ello se establece un *ranking* de noticias destacadas del mes.

El *blog* colectivo es el espacio que permite al alumno, tras localizar y evaluar la noticia, sintetizar y comunicar una información, lo cual promueve la construcción de su propio conocimiento y el de sus compañeros.

La publicación de una noticia de carácter científico contribuye a que el alumno aprenda a leer en un entorno hipertextual, lo que implica una ruptura con el modelo de organización lineal de la cultura impresa.

Además, exige al alumno la comprensión de lo leído, contribuye a que se exprese con propiedad y autonomía, y fomenta la adquisición de habilidades que le permitan expresarse en los nuevos entornos digitales.

En resumen, se utiliza la web como zona de lectura y el *blog* grupal como un espacio de escritura participativa, donde se genera un flujo de conocimientos que son compartidos por todos.

6. Distribución temporal

En la elaboración de esta actividad se utilizarán las dos horas semanales, durante todo el curso escolar, en el aula de informática del centro.

Y las que cada alumno estime oportunas, según su ritmo de aprendizaje, fuera del centro.

7. Procedimientos de evaluación

Los procedimientos de evaluación que se van a utilizar son los siguientes:

- Los contenidos que el alumno debe adquirir en cada una de las unidades desarrolladas, mediante prueba escrita.
- Los ejercicios interactivos y de consolidación realizados tanto desde el aula de informática, como desde sus casas.

- El *blog* de trabajo individual, que cada alumno ha de realizar con los trabajos de investigación propuestos.
- La *Webquest* «la polémica está en la calle», cuyos criterios de valoración quedan reflejados en http://phpwebquest.org/wq2/webquest/soporte_derecha_w.php?id_actividad=4078&id_pagina=4.
- La actitud positiva frente a las actividades propuestas.
- La colaboración y ayuda entre compañeros.

8. Medios de realimentación de los aprendizajes

El uso de las TIC se manifiesta como una potente herramienta que permite proporcionar una rápida realimentación (Lowe, 1996).

Los mecanismos de realimentación, utilizados como herramienta para reforzar el aprendizaje efectivo y corregir errores, han sido:

8.1. Por parte del profesor hacia el alumno

- Revisión y evaluación continúa del progreso en el *blog* individual del alumno y en el *blog* colectivo, corrigiendo y reforzando conceptos, señalando los errores y respondiendo preguntas.
- Realización de ajustes en los contenidos en función de las periódicas revisiones que se han realizado, con el objetivo de aumentar el rendimiento del alumno.
- Comunicación frecuente a través del correo electrónico repasando cualquier pregunta o idea que pudiera aparecer.
- Proposición de ideas, mediante comentarios introducidos en los *blog*s de los alumnos.
- Introducción de ejercicios de autoevaluación.

Los ejercicios elaborados permiten al alumno comprobar los conocimientos que posee del tema estudiado, repasar lo aprendido y conocer los conceptos que no domina, para volver a incidir en ellos.

Para reforzar el aprendizaje efectivo, los ejercicios elaborados incluyen la realimentación correspondiente, con la que se pretende hacer saber al alumno, o que su aprendizaje es correcto y que está haciendo los progresos esperados o, por el contrario, que esto no ocurre.

Se han diseñado muy distintos tipos de ejercicios, tales como crucigramas, de respuestas cortas, de respuestas múltiples, de emparejamientos, de verdadero o falso, etc., pero en todos ellos se aprecian simultáneamente: las preguntas, las opciones de respuesta, la respuesta elegida y la realimentación que recibe.

8.2. Por parte del alumno hacia sus compañeros

Los compañeros entre sí son una constante fuente de realimentación, ya que constituyen un flujo continuo de sugerencias, comentarios e ideas en relación con las tareas propuestas, lo que motiva a corregir los errores que cada uno tiene, a esforzarse en conseguir los primeros los objetivos propuestos y a realizar correctamente las tareas en las que están inmersos.

Tanto las noticias científicas que cada uno publica en *e-blog* colectivo, como las presentaciones de los trabajos de investigación, reciben un reconocimiento por parte de sus compañeros, que permite trabajar en la consecución de un aprendizaje más significativo.

8.3. Por parte de la comunidad virtual

El *blog* individual del alumno y el colectivo, al quedar publicados en la web, reciben reconocimiento de un público más amplio.

El alumno aumenta su motivación, al encontrarse sometido a una evaluación externa permanente, y recibe una realimentación inmediata, que le posibilita, si es que ha tenido fallos, corregirlos hasta alcanzar los resultados correspondientes.

9. Resultados

La *blogosfera* se ha mostrado como un entorno cercano al alumno, propicio para el aprendizaje, donde trabajar alguno de los contenidos de las Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

En este entorno de aprendizaje, se ha observado un cambio sustancial en la implicación del alumnado hacia los temas científicos tratados y en las relaciones que se establecen no solo entre profesor-alumno, sino también entre los alumnos y entre estos y la Comunidad virtual, formándose una autentica red que permite al alumno autoorganizar eficazmente la información e ir construyendo su aprendizaje.

Bibliografía

Gil-Pérez, D y Valdés, P. (1995), Un ejemplo de práctica de laboratorio como actividad investigadora. *Alambique*, 6, 93-102.

Lara, T. (2005), Uso de los blogs en una pedagogía constructivista. *TELOS*, 65, 86-93.

Lowe, R. (1996), Les nouvelles Technologies, voie royale pour améliorer l'apprentissage des sciences par l'image. *ASTER*, 22, 137-194.

Millot, M.C. (1996) Place des nouvelles technologies dans l'enseignement de la physique-chimie. *Didaskalia*, 8, 97-109.

Morcillo, J. G. *et al*., (2006). Los laboratorios virtuales en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra: los terremotos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,* 14 (2), 150-156.

Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), 2-18.

Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 330-343.

Sanmartí, N. *et al*., (2003) Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de investigación educativa*, 113, 8-13.

Valdés, R. y Valdés, P. (1994). Utilización de los ordenadores en la enseñanza de la física. *Revista Española de Física*, 8 (4), 50-52.

Recursos docentes universitarios: un punto de apoyo para los docentes de Ciencias de la naturaleza

Ana García Moreno

Departamento de Zoología y Antropología Física
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense
c/ José Antonio Novais, 2
28040 Madrid
agmoreno@bio.ucm.es

Palabras clave: Recursos educativos; Bioimagenes; Museos virtuales; Reduca; Inedu.Pro.

Keywords: Educational resources; Bioimagenes; Virtual museum; Reduca; Inedu.Pro.

Resumen

La edición de recursos electrónicos como soporte de la asignatura de Zoología de la licenciatura de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UCM, ha supuesto el inicio de un proceso creciente de elaboración de nuevos materiales que se ha ido extendiendo a otras materias. Las posibilidades que ofrece Internet han permitido el establecimiento de una red de recursos electrónicos libres y gratuitos que está siendo empleado por profesores de materias muy diversas, tanto de secundaria como universitarios, en varios países de habla hispana. En esta comunicación se pretende dar a conocer todos estos recursos, con el fin de que puedan ser empleados por docentes de Ciencias de la naturaleza.

Abstract

Publishing electronic resources as complementary materials for the Zoology subject, of the Biology Degree at the Faculty of Biology Sciences at the UCM, has been the start of a growing process of creating new materials that has been extended to other subjects. The possibilities offered by Internet, has made it possible to set up a network of free and open electronic resources that is being used by teachers of many different subjects, both in secondary and tertiary education, in various Spanish speaking countries. In this work we present all these resources, so that they can be used by teachers of Natural Sciences.

1. Introducción

La aparición de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha proporcionado a los docentes un universo repleto de información y de recursos dispuestos de forma gratuita a través de Internet y la oportunidad de integrar y de compartir en él sus propios recursos. En este ámbito global se

mezclan los diferentes niveles educativo, y los contenidos docentes generados por profesores universitarios y de secundaria pueden ser empleados para la docencia de todos ellos.

Además, Internet facilita el acceso simple y rápido a un contenido interdisciplinar y permite el empleo de materiales que han sido creados por profesionales de campos muy diversos, con un resultado muy enriquecedor en el proceso educativo.

El establecimiento del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha potenciado la creación de recursos educativos, la informatización de contenidos docentes generados por profesores Universitarios y el desarrollo de la web institucional. Las convocatorias de los Proyectos de Innovación Educativa ayudaron a los profesores a enfrentarse a este nuevo reto y fomentaron la edición de materiales docentes.

La Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid se incorporó desde su comienzo a este cambio innovador, potenciando y apoyando los proyectos personales de los profesores interesados y generando espacios en la web de la Facultad en donde depositar contenidos. En este trabajo se describen los recursos educativos generados que pueden servir como punto de apoyo para los docentes de Ciencias de la naturaleza, empleando como ejemplo y punto de partida la asignatura de Zoología.

Los recursos educativos que se describen o citan a continuación han sido posibles gracias al trabajo de un grupo de profesores, personal de administración y servicios y alumnos, así como de los diferentes equipos decanales y rectorales de la Universidad Complutense de Madrid. En este trabajo sólo se han incluido aquellos que ha creado o en los que ha intervenido directamente la autora de este trabajo.

2. Zoología y Web

En el año 2000, la autora de este trabajo elaboró una página web personal (http://www.ucm.es/info/tropico) con el propósito de volcar en ella los contenidos de la asignatura de Zoología. La creación de esta página fue anterior al desarrollo del Campus Virtual y sirvió como enlace fuera del aula entre la profesora y los estudiantes. Los apuntes de la asignatura se dispusieron en soporte electrónico (http://www.ucm.es/info/tropico/docencia/apuntes.htm) y desde ese momento han sido empleados por otros profesores de centros docentes españoles y sudamericanos. En ellos se sintetizan los conceptos básicos que un estudiante de Zoología debe saber y se aportan esquemas simples, aclaratorios de la estructura animal, que cualquier docente podría redibujar en la pizarra o emplear para describir los modelos arquitectónicos animales *(Figura 1)*.

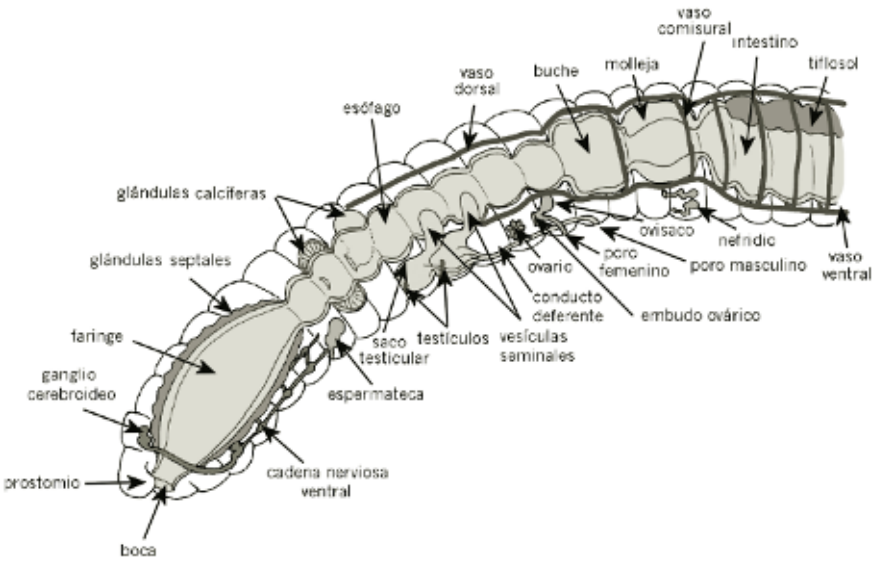


Figura 1. Representación de modelo arquitectónico de un anélido oligoqueto.

El siguiente paso abordó el tratamiento informático de los ejemplares del laboratorio de prácticas, como un Proyecto de Innovación Educativa que fue publicado en formato CD (MORENO, 2007). Los materiales destinados para uso docente en los laboratorios de prácticas suponen un recurso importante con accesibilidad limitada, ya que sólo los manejan los profesores y alumnos de las asignaturas a las que están destinados. Sin embargo, suponen un recurso valioso si son accesibles desde la red, no sólo como simples fotografías digitalizadas sino dentro de una obra editada con un diseño puramente docente. El resultado de este trabajo está disponible de forma libre y gratuita a través de la página web de la autora (http://www.ucm.es/info/tropico/docencia/CD%20PIE/INICIO.pdf). Los conceptos teóricos imprescindibles para el entendimiento de las imágenes mostradas se presentan como un guión. Además, los términos específicos de la materia se han incluido en un glosario que, junto con la definición, cita la práctica en la que se estudia. Los ejemplares se describen de forma visual por medio de fotografías que comprenden vistas generales, detalles macroscópicos y preparaciones de microscopía *(Figura 2)*. Las imágenes se presentan por duplicado, rotuladas y sin rotular, de forma que puedan servir a los estudiantes para realizar actividades de autoevaluación y a los profesores para elaborar sus propias presentaciones.

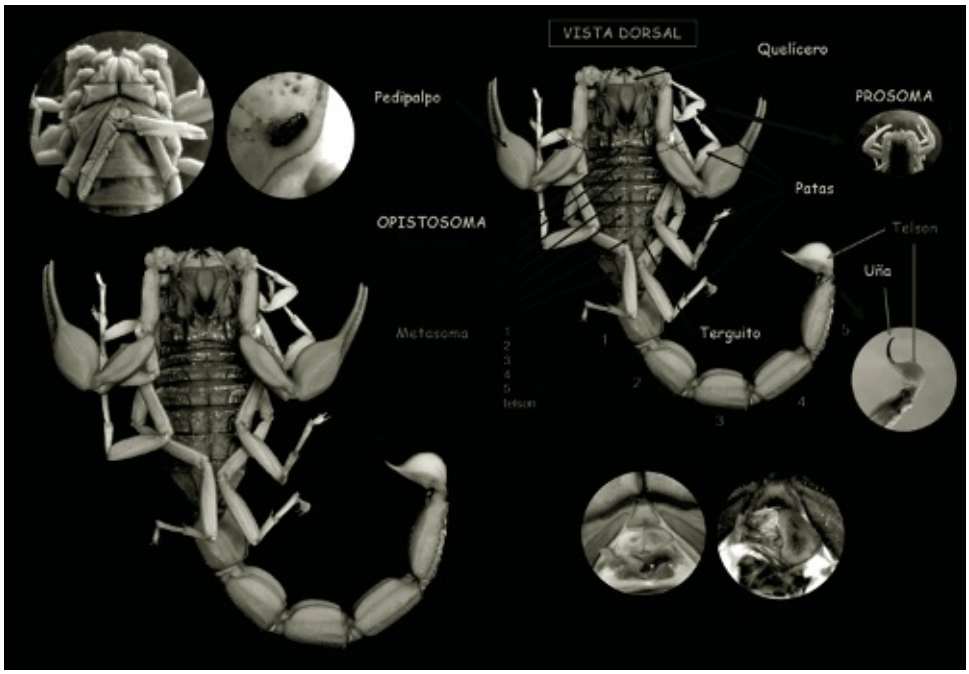


Figura 2. Ejemplos de las imágenes con las que se representa la anatomía de un escorpión.

3. RECURSOS DOCENTES INSTITUCIONALES

Las fotografías contenidas en el recurso interactivo descrito anteriormente superan las 2 000. El empleo de estas imágenes para una nueva producción, elaborada por los potenciales visitantes de la web, está supeditado al tipo de edición y al formato electrónico original. Para facilitar el acceso a las fotografías y que puedan constituir por sí solas un recurso educativo se procedió a volcarlas en el banco de imágenes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UCM (http://darwin.bio.ucm.es/bioimagen).

Este banco de imágenes fue organizado desde el Decanato de la Facultad y permite a los usuarios inscritos depositar fotografías desde sus propias cuentas a través de la aplicación. Las imágenes se asignan a categorías y dentro de ellas a subcategorías y se relacionan con palabras clave, de modo que puedan localizarse fácilmente dependiendo de su temática. Además, se han establecido algunas galerías temáticas que aglutinan las imágenes obtenidas en proyectos o actividades concretas.

La galería «Patrimonio» está destinada a la exposición virtual de una variedad de objetos, propiedad de la Facultad y sus departamentos, como moldes de escayola, láminas, etc., algunos muy antiguos, con interés tanto docente como histórico *(Figura 3)*.



Figura 3. Molde de escayola que representa la estructura de un coral rojo. Propiedad del Departamento de Zoología y Antropología Física.

La galería temática «Zoomóvil» es el resultado del trabajo realizado por los estudiantes del grupo de teoría de la asignatura de Zoología (curso académico 2009/10) impartido por la autora de este trabajo y apoyado y patrocinado por el ZooAquarium de Madrid (http://www.zoomadrid.com). Las fotografías obtenidas por los estudiantes en algunos parques zoológicos *(Figura 4)* intentan reflejar los caracteres anatómicos más relevantes de las especies fotografiadas. Esta tarea supone una actividad de observación de los animales vivos, les ayuda a recordar y comprender los conceptos explicados en las aulas, les obliga a manejar la sistemática animal ya que deben entregar las imágenes organizadas mediante criterios sistemáticos y les ayuda a generar sus propios recursos educativos. Finalmente, su trabajo es preservado en una



Figura 4. Fotografías del proyecto «Zoomóvil». Autores. Javier Lazpita Domínguez (arriba) y Álvaro Fernández Montero (abajo).

web institucional, desde la que se mantiene su autoría, y sirve de apoyo para el proceso de aprendizaje de otras personas.

La galería temática «Parasitología» alberga fotografías del material empleado para las prácticas de la asignatura de Parasitología. El trabajo ha sido llevado a cabo por los profesores encargados de la asignatura, Ignacio García Más y Benito Muñóz Araujo, con la colaboración de la autora de este trabajo. Estas imágenes han permitido generar otro recurso educativo, albergado en la plataforma de los Museos Virtuales de la Facultad, que permite la exposición de sus museos y colecciones científicas.

El Museo Virtual de Parasitología expone a través de la web las fotografías del material empleado en la docencia de la asignatura. La consulta de la colección se realiza mediante la selección de categorías taxonómicas o de la búsqueda rápida del nombre científico de las especies. El resultado de la búsqueda proporciona información sobre los ejemplares y fotografías de los mismos. Se aportan datos como: el tipo de material depositado, la descripción y distribución geográfica de la especie, el ciclo vital y su relación con el parasitismo. Desde la web del Museo pueden obtenerse las fotografías para su uso educativo y cultural *(Figura 5)*.

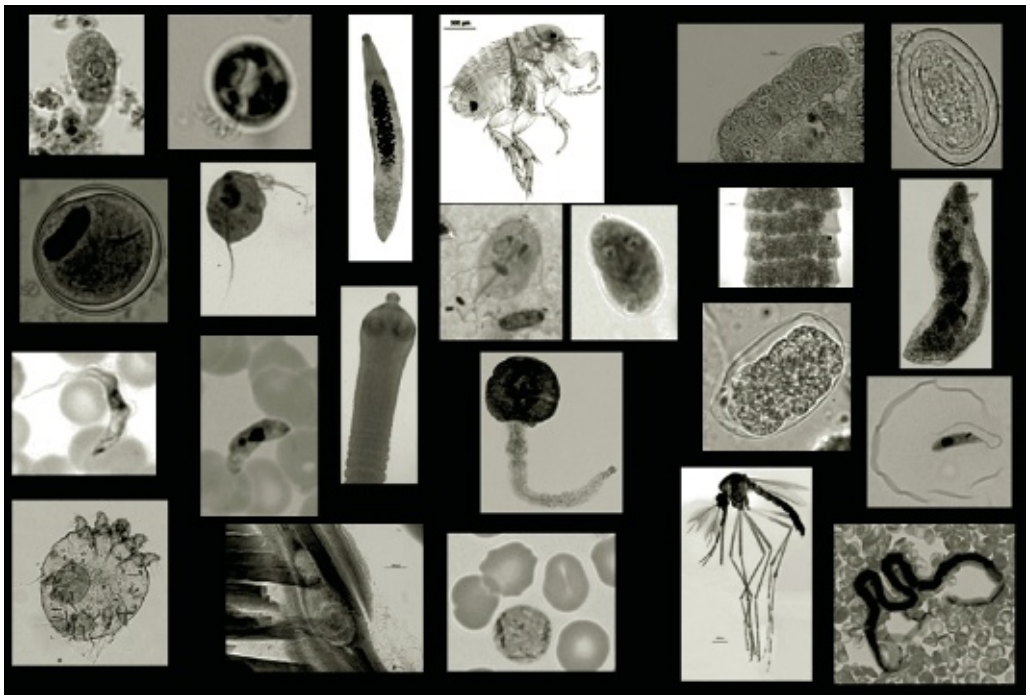


Figura 5. Imágenes del Museo Virtual de Parasitología.

4. Revista electrónica

La revista electrónica REDUCA (Recursos educativos) (www.revistareduca.es), editada por la autora de este trabajo, surgió con el propósito de proporcionar a los docentes un medio en el que publicar en soporte electrónico sus trabajos educativos y otorgarles el ISSN correspondiente para que pudieran incluirlos en sus currículos y con unas normas editoriales ajustadas, en la medida de lo posible, a los criterios de calidad de Latindex. El formato electrónico elegido permite publicar sus contenidos en una gran variedad de formatos: texto con ilustraciones, animaciones, vídeos y sonido, y da cobertura a todas las necesidades editoriales de los docentes. El diseño de la revista separa los trabajos en series temáticas organizadas en secciones, de modo que la búsqueda de la información resulta más eficaz. La búsqueda de contenidos se lleva a cabo por volúmenes, autores, títulos de los trabajos y palabras clave.

Otro de los objetivos de la revista es permitir la publicación de los trabajos realizados por los estudiantes. A los alumnos, la publicación formal de sus trabajos les ayuda a encarar una actividad importante de su futura vida profesional y les proporciona un mérito en sus incipientes currículos; a los profesores les facilita el empleo de este recurso en cursos académicos posteriores y les ayuda a estimular el interés y la colaboración de sus alumnos.

Ya se han publicado algunos guiones de prácticas, como los de las asignaturas de Parasitología (García Más *et al*., 2008), Modelos adaptativos en Zoología (Pérez Zaballos, García Moreno, 2009) y Geología de Grado en Química (Astilleros *et al*., 2010). Como ejemplo de publicación de animaciones interactivas se puede citar el trabajo de Fernádez Galaz (2009).

Las fotografías digitales del material del laboratorio *(Figura 6)* se emplean para la iconografía de los guiones de prácticas, de esta forma los estudiantes pueden estudiar esta materia con el mismo material de las prácticas. Del mismo modo pueden servir para estudiantes y profesores de otros centros.

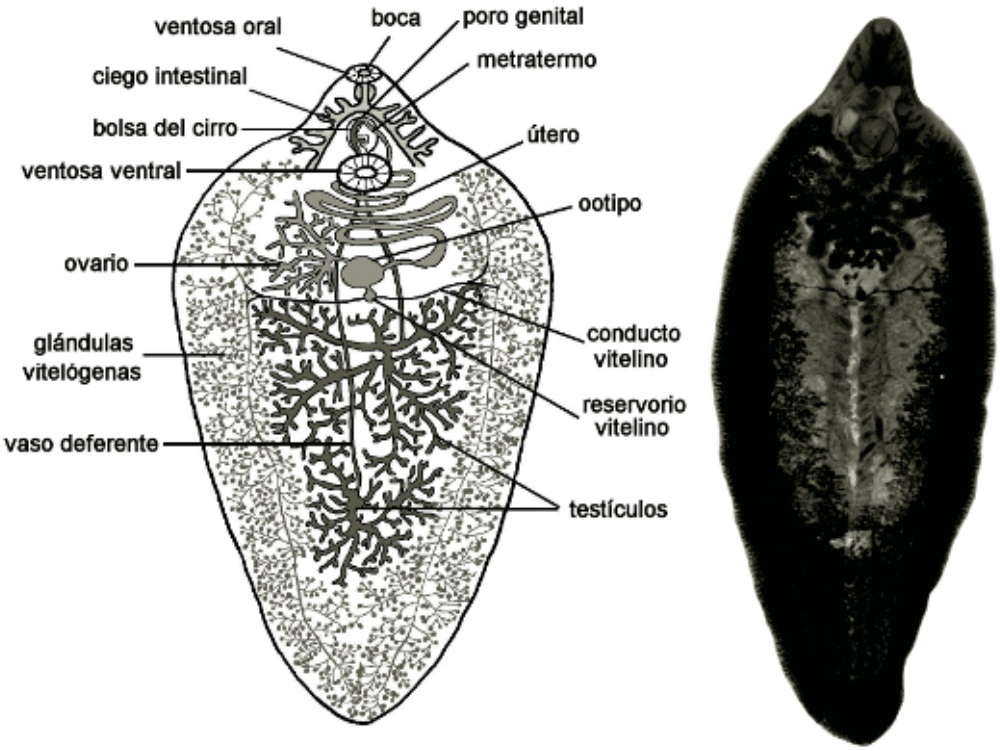


Figura 6. Fotografía de un trematodo (derecha) y esquema representativo (izquierda).

5. Plataforma educativa interdisciplinaria

Algunas de las personas involucradas en las actividades expuestas en este trabajo se han reunido para constituir el grupo multidisciplinar innovador Inedu.Pro (http://www.inedupro.com). Su objetivo es poder compartir las experiencias y las metodologías adquiridas a través de una plataforma conjunta en la que integrar el acceso a los recursos generados y facilitar su difusión entre la comunidad docente. El grupo se constituyó a partir de 30 profesores y personal de administración y servicios de once centros de la UCM: Facultades de Cc. Biológicas, Cc. Físicas, Cc. Geológicas, Cc. Matemáticas, Cc. Políticas y Sociología, Derecho, Filología, Geografía e Historia, Medicina, Veterinaria y la Escuela Universitaria de Enfermería, Fisioterapia y Podología.

Dentro del grupo se ofrecen cursos a los participantes para difundir el empleo de software libre y la creación de nuevos materiales. Como ejemplo se puede citar la creación de un banco de imágenes de Geología (Geoimágenes) (http://www.inedupro.com/geoimagenes), siguiendo el modelo de su antecesor Bioimágenes.com, que cedió el software bajo licencia GNU-GPL. También se ha desarrollado un servidor para archivos en formato *flash* (swf) con su propio visualizador (http://inedu.bio.ucm.es/serviflash/index.php), en el que a través de cuentas personales se podrán descargar animaciones.

En la actualidad se está trabajando en el desarrollo de una fonoteca para sonidos en formato de audio digital comprimido (mp3 o mp4) y un diccionario técnico. El empleo de todos estos recursos se realizará a través de cuentas personales que gestionarán los propios autores. Además, se va a incorporar a la plataforma información sobre algunos programas informáticos, de adquisición gratuita a través de la red y fácil manejo, con los que poder elaborar este tipo de recursos didácticos.

Las aplicaciones docentes de una fonoteca son muy variadas como, por ejemplo, la edición acústica de guías de campo, la edición de apuntes sonoros para estudiantes con discapacidades visuales, etc.

El diccionario pretende recopilar exclusivamente términos técnicos con la definición específica empleada en cada especialidad. Los términos y sus definiciones se incluirán dentro de categorías en las cuentas personales de los autores, de forma que el contenido del diccionario estará adecuadamente avalado.

El contenido íntegro de la plataforma estará relacionado a través de metadatos, de tal forma que mediante el empleo de palabras clave se obtendrán resultados en cualquiera de los formatos depositados: imágenes, vídeos, *flash*, sonido o términos.

Agradecimientos

Como ya se ha mencionado, son muchas las personas que han colaborado para hacer realidad los recursos descritos en este trabajo. Agradezco de manera especial su trabajo y su apoyo al Decano de la Facultad de Biología, Antonio Tormo Garrido, al Vicedecano de Posgrado y Extensión, Alfredo Baratas Díaz, y a José María Hernández de Miguel y a Eduardo Ruiz Piña por su ayuda técnica.

Bibliografía

Astilleros García-Monge, J. M., López-Andrés, S., Viedma Molero, C. y Vindel Catena, E. (2010), Geología de Grado en Química. Prácticas. 1. Reconocimiento de visu de minerales y rocas. *Reduca (Geología)*, 2, 4, 1-35.

Fernández Galaz, C. (2009). ¿Por qué el regaliz aumenta la tensión arterial? *Reduca (Recursos educativos)*, 1, 2,5-6.

García Más, I.; Muñoz Araújo, B.; Aguirre Inchaurbe, A.; Polo Roldán, I.; García Moreno, A.; Refoyo Román, P. (2008), Manual de laboratorio de Parasitología. 8. Introducción a los Helmintos. Trematodos. *Reduca (Biología)*, 1 (1), 67-93.

Moreno, A. G. (Dir). (2007), Zoología. Interpretación de modelos arquitectónicos. Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia de la Universidad Complutense de Madrid. CD-ROM. 2040 pp. ISBN: 978-84-7491-877-9.

Pérez Zaballos, J.; García Moreno, A. (2009), Modelos adaptativos en Zoología (Manual de prácticas). 10. Estudio anatómico y funcional de un gasterópodo y un cefalópodo. *Reduca (Biología)*, 2, 2, 142-157.

BIOMODEL: EL ORDENADOR NOS AYUDA A COMPRENDER LAS BIOMOLÉCULAS

Ángel Herráez

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular,
Universidad de Alcalá
28871 Alcalá de Henares (Madrid)
angel.herraez@uah.es

Palabras clave: Moléculas, estructura, modelos, interactivo, animación, simulación, laboratorio virtual.

Keywords: Molecules, structure, models, interactive, animation, simulation, virtual laboratory.

Resumen

Se presentan algunos materiales disponibles de forma gratuita (http://biomodel.uah.es) con los que el profesor de Secundaria y Bachillerato puede apoyar, facilitar y reforzar su tarea en el aula, así como preparar actividades de aprendizaje para sus alumnos. Los temas donde el apoyo de estos materiales es más significativo son la asimilación de la estructura química tridimensional de las (bio)moléculas, la demostración mediante animaciones de procesos biológicos que transcurren en el espacio y en el tiempo, y el uso de laboratorios virtuales o simulaciones para ilustrar técnicas de laboratorio.

Abstract

This paper presents freely available materials (http://biomodel.uah.es) that can be used by secondary school / high school teachers in order to support, facilitate and reinforce their work in the classroom, as well as to build learning activities for their students. Topics where the support with these materials provides more significant value are apprehension of three-dimensional structure of (bio)molecules, animations demonstrating biological processes that evolve in space and time, and the use of virtual laboratories or simulations to illustrate laboratory techniques.

1. INTRODUCCIÓN

En la era de la pizarra digital, el ordenador personal y las redes inalámbricas es esencial asimilar el soporte informático como una herramienta más para la tarea del profesor y, en particular, como un útil de trabajo para el alumno. Son muchas las áreas en las que el ordenador puede proporcionar excelentes apoyos a la enseñanza y el aprendizaje, pero para el estudio de la naturaleza de los seres vivos la aportación es notable. La posibilidad de observar estructuras en tres dimensiones y en movimiento, interaccionando con

ellas, o de ver los procesos biológicos desarrollándose en el tiempo, así como la simulación de técnicas que son difíciles de reproducir en el aula o en el laboratorio, son ejemplos en los se abre al alumno un universo de percepción difícil de alcanzar con otros medios. Con estos soportes, el aprendizaje puede enriquecerse haciéndolo más sencillo a la vez que más eficaz.

Si bien cualquiera admitirá la utilidad docente de los medios informáticos, es cierto también que el profesor no siempre dispone de los conocimientos y el tiempo necesarios para construirlos o recopilarlos. Es importante por ello compartir esfuerzos y experiencia para que el aprovechamiento por parte de la comunidad educativa sea máximo. Presentamos en este trabajo ejemplos de materiales disponibles de forma gratuita con los que el profesor de Secundaria y Bachillerato puede apoyar, facilitar y reforzar su tarea en el aula, así como preparar actividades para sus alumnos.

La sede web http://biomodel.uah.es recoge materiales de apoyo para el estudio de la bioquímica y biología molecular. Desde su creación en 1999, ha estado creciendo gradualmente, siempre con una política de compartir los materiales y recursos que la componen de forma gratuita y abierta. Se comentan en este artículo los materiales que pueden resultar más afines a los contenidos de enseñanza Secundaria y Bachillerato.

2. ESTRUCTURAS

La observación en tres dimensiones de la estructura química de las biomoléculas, su forma y su volumen permitirá entender con más facilidad y profundidad sus propiedades y su función. Las secciones *Biomodel-1* a *Biomodel-5* se dedican a este aspecto, sobre distintas parcelas y con distinta profundidad.

Los modelos moleculares tradicionales, elaborados en madera o plástico, tienen un elevado valor formativo por su inmejorable percepción visual y táctil. Sin embargo, su utilización en el aula se ve dificultada por varios factores, comenzando por su escasa disponibilidad y el elevado coste de su adquisición. Además, el tamaño puede ser un obstáculo a la hora de mostrarlos en clase con eficacia, dado que normalmente no se dispone de suficientes elementos para cada alumno. Por otra parte, la construcción de los numerosos ejemplos de moléculas que deben estudiarse se ve a menudo dificultada por la carencia de piezas suficientes (átomos y enlaces).

Aunque los modelos moleculares virtuales en el ordenador no proporcionan la misma percepción táctil y exigen del alumno ciertas dotes de percepción espacial, el número de elementos de construcción disponibles es ilimitado y se añade la posibilidad de que cada alumno trabaje con «su» modelo, no sólo en el aula sino en su casa. El soporte informático permite proporcionar junto al modelo las ayudas y claves que el profesor juzgue oportunas para cubrir los objetivos de aprendizaje relevantes. Por último, para el caso de las biomoléculas de gran tamaño como proteínas y ácidos nucleicos, es muy importante poder acudir a distintas representaciones, menos detalladas, en las que no se manifiesta cada átomo individual sino la trayectoria de la cadena polipeptídica o polinucleotídica y su estructura secundaria. La posibilidad de alternar sobre un mismo modelo estructural estas representaciones –esquemáticas, de cordón, cintas, cilindros– con las clásicas del tipo «bolas y varillas» es otra característica de los modelos informáticos, inasequible con los modelos físicos.

Dentro de los materiales de la sede web *Biomodel*, la sección *Biomodel-3* está especialmente diseñada para cubrir los objetivos de una asignatura de Biología en 2.º curso de Bachillerato *(Tabla 1)*. Se analizan ejemplos de estructura de los principales tipos de biomoléculas *(Figura 1)*. El material no pretende sustituir al libro de texto y a la explicación del profesor, sino complementarlo con los aspectos difíciles de plasmar en las imágenes bidimensionales del soporte impreso. Además, se acompaña de una guía del usuario, una guía didáctica y un módulo de autoevaluación.

Glúcidos		
Monosacáridos	Disacáridos	Polisacáridos
Lípidos		
Ácidos grasos	Triacilgliceroles	Fosfolípidos
Esteroides	Bicapa lipídica	
Vitaminas		
Proteínas		
Estructura primaria	**Estructura secundaria**	**Estructura terciaria**
Aminoácidos	Hélice alfa	Lisozima
Péptidos	Hebra beta	**Estructura cuaternaria**
		Hemoglobina
Ácidos nucleicos		
Bases nitrogenadas	Nucleósidos	Nucleótidos
ADN	ARN	

Tabla 1. Apartados dentro de la sección *Biomodel-3*.

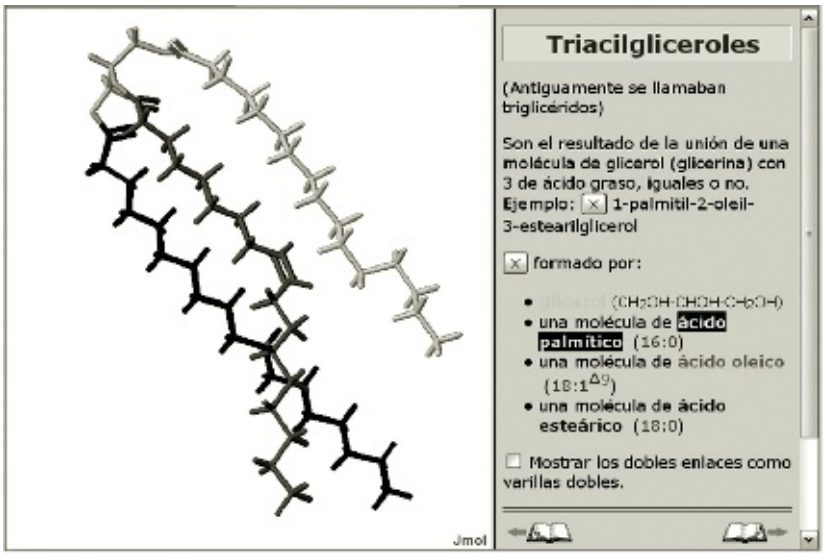


Figura 1: Ejemplo de una pantalla de *Biomodel-3*.
El modelo molecular a la izquierda responde a las
operaciones con el ratón y a los botones del marco derecho.

Cuando las circunstancias docentes así lo aconsejen, el profesor puede acudir a secciones de contenido más avanzado, como por ejemplo la estructura del ADN (*Biomodel-4*), la bicapa lipídica como modelo de membrana biológica (*Biomodel-2*) o un estudio más detallado de proteínas y ácidos nucleicos (*Biomodel-1*).

3. PROCESOS EN MARCHA

Los procesos biológicos se desarrollan en el espacio y en el tiempo. Su descripción mediante texto y esquemas estáticos se presta, pues, perfectamente a enriquecerse con el uso de esquemas animados. De ese modo, el alumno apreciará con más facilidad la naturaleza dinámica de estos procesos, al tiempo que observa los detalles de cada etapa. Podríamos resumirlo afirmando que, si una imagen vale más que mil palabras, una imagen animada vale más que mil imágenes. El material de estudio se hace más atractivo, estimulante y participativo para el alumnado, así como más realista.

La *Tabla 2* ofrece una lista de los temas para los que se ofrecen en *Biomodel* esquemas animados o secuencias cortas de vídeo. Como la mayoría de ellos proceden originariamente de otros autores y están en inglés, se han aportado paneles de ayuda, explicación o traducción.

Estructura	
Agua y tampones	Carbohidratos
Proteínas	Ácidos nucleicos
Membranas: fluidez, transporte	
Procesos	
Actividad enzimática	Metabolismo
Transporte intracelular	Replicación del DNA
Transcripción del DNA: síntesis de RNA	Maduración del RNA (procesamiento postranscripcional)
Traducción: síntesis de proteínas	Procesamiento postraduccional
Procesos celulares: mitosis, meiosis, fagocitosis	
Técnicas	
Centrifugación	Cromatografía
Electroforesis	Ingeniería genética

Tabla 2. Apartados dentro de la sección de animaciones de *Biomodel*.

4. Laboratorios virtuales

Existen diversas técnicas experimentales que forman parte del currículo, pero son difíciles de montar en el laboratorio docente. Una alternativa es el empleo de animaciones que ilustran la técnica, o incluso de simulaciones donde el propio alumno debe actuar para conseguir resultados.

Biomodel incluye, por una parte, dentro de la colección de animaciones algunas dedicadas a técnicas de separación y análisis de biomoléculas, o de manipulación del material genético *(Tabla 2)*. Sin embargo, estos recursos, aunque útiles, resultan algo pasivos. Es mucho más interesante el uso de materiales que exijan la participación del alumno y, en particular, que proporcionen un resultado acorde con las acciones realizadas. Por ello, se ha desarrollado recientemente otra sección en *Biomodel* denominada *Laboratorios virtuales (Tabla 3)*.

Practica los cálculos	
Ejercicios de autoevaluación sobre procedimientos básicos de cálculo en el laboratorio: diluciones, conversión de unidades, dependencia entre absorbancia y concentración	
Simulador de electroforesis de proteínas sobre acetato de celulosa	
Proteínas del suero	Isoenzimas de LDH
Se simula sólo el resultado final (bandas sobre la tira de acetato y su densitograma) Tinción con diversos reactivos	
Incluye varias muestras predefinidas y la posibilidad de diseñar una	
Simulador de electroforesis de proteínas en gel de poliacrilamida SDS-PAGE	
Varias concentraciones de acrilamida disponibles	Varios voltajes para el desarrollo de la separación
7 proteínas patrón de tamaño conocido	10 muestras problema
Se observa el avance de la separación	
Trazado automático de la recta de calibrado e interpolación dirigida para calcular el tamaño de la proteína	

Simulador de espectros de absorción ultravioleta de proteínas y ácidos nucleicos	
Espectro de absorción entre 230 y 340 nm de proteínas y DNA	
Muestra las lecturas de absorbancia a 260 y 280 nm, y el cociente entre ambas	
Incluye muestras predefinidas (proteína, DNA y mezclas) y diseñadas a petición	
Cibertorio: laboratorio virtual de biología molecular	
Simula los reactivos, los tubos de ensayo y la micropipeta. Permite la preparación de mezclas de ensayo y su incubación	
Digestión de DNA con enzimas de restricción (81 enzimas disponibles)	Amplificación de DNA por PCR (marcadores polimórficos STR del CODIS)
Simula la separación electroforética de moléculas de DNA	
Gel de agarosa 1 %	Gel de poliacrilamida 5 %
Revelado por tinción con bromuro de etidio y detección con luz UV	
Secuenciación de DNA empleando didesoxinucleótidos y electroforesis. Marcado con un radioisótopo, con un fluorocromo o con 4 fluorocromos	

Tabla 3. Apartados dentro de la sección *Laboratorios virtuales* en *Biomodel* y resumen de las características más relevantes.

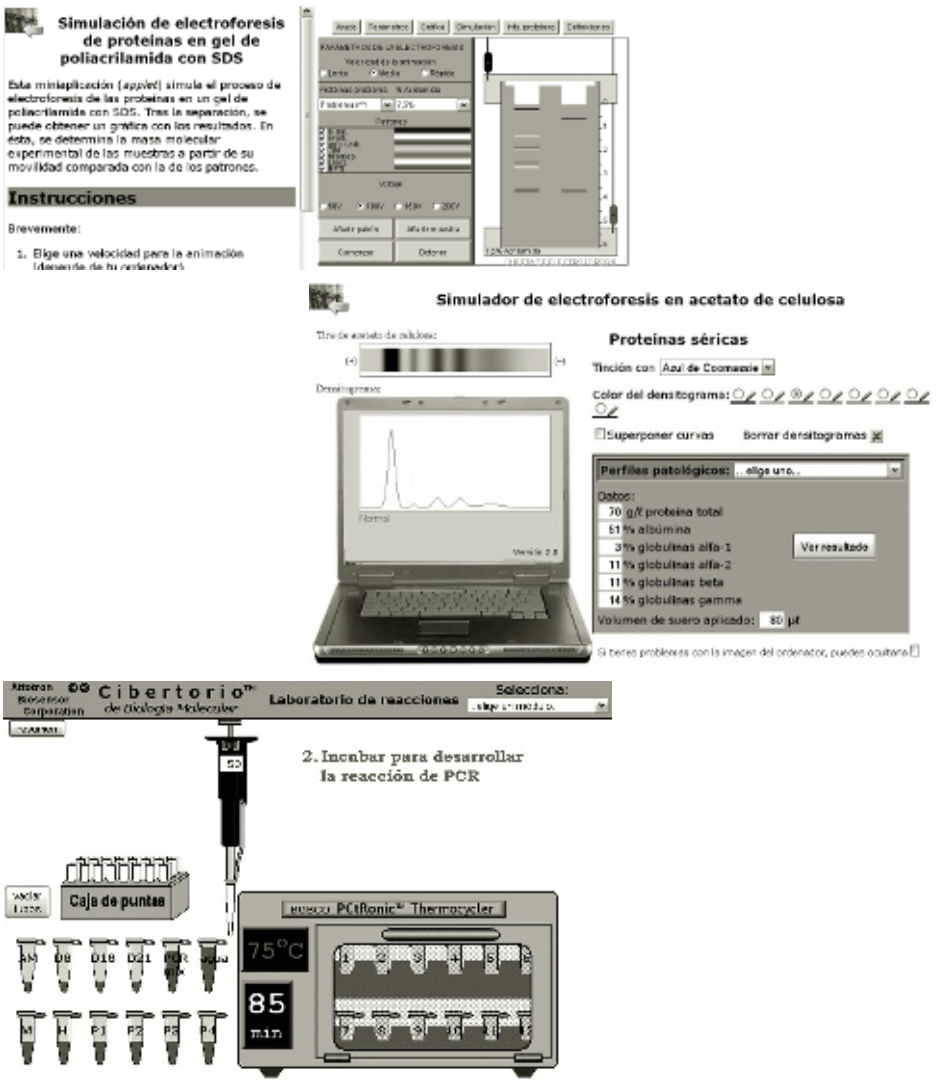


Figura 2. Algunas pantallas de ejemplo de los laboratorios virtuales.

Las herramientas proporcionadas por los laboratorios virtuales permiten el diseño de múltiples actividades prácticas, dependiendo de los objetivos docentes que se desee cubrir. A modo de ejemplo, pueden utilizarse para las siguientes aplicaciones:

- Interpretación de perfiles patológicos de proteínas séricas y de perfiles isoenzimáticos de LDH.
- Perfil diferencial de isoenzimas de LDH en diferentes tejidos.
- Investigación de los parámetros que rigen la separación electroforética: diferencia de potencial aplicada, concentración de acrilamida, tamaño de la molécula.
- Determinación de la masa molecular y de la estructura cuaternaria de proteínas problema.
- Diagnóstico molecular de polimorfismos genéticos o enfermedades congénitas (como la anemia drepanocítica, o de células falciformes).
- Análisis forense de DNA. Como ejemplo, se ha preparado un guión que simula las pruebas de paternidad *(Figura 3)*.

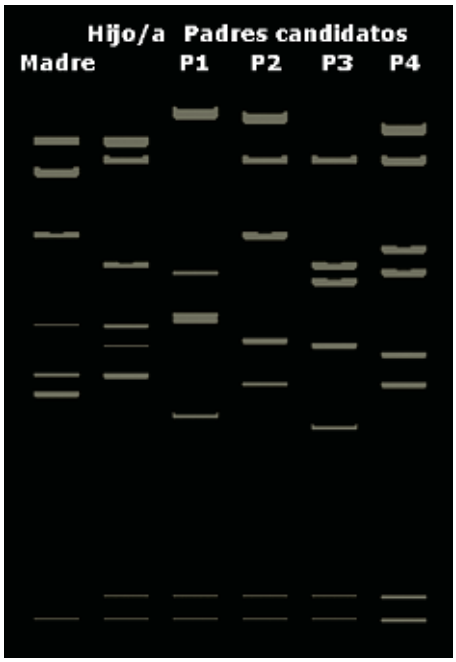


Figura 3. Resultado del ensayo de paternidad en el laboratorio virtual: ¿quién de los 4 candidatos es el padre, o no lo es ninguno?

5. Diseño instructivo

Los materiales se han elaborado mediante páginas web (formato HTML). Ello permite la integración de todo tipo de componentes audiovisuales e interactivos en un único entorno que, además, es familiar para el usuario. Se evita la necesidad de instalar programas de software específicos, configurarlos y aprender su uso. Las ayudas u orientación necesarias se pueden proporcionar como parte del material. Además, el mismo material puede usarlo tanto el profesor para apoyar su clase con un proyector como los alumnos durante las clases o prácticas en el aula de informática, así como en su trabajo personal en casa. Los archivos se pueden copiar en soportes informáticos fijos o portátiles, u ofrecerse a través de una red local o de Internet. En resumen: se trabaja una vez y se utiliza en todas partes.

Los modelos, animaciones y simulaciones no se ofrecen como recursos aislados, sino que se integran con un contenido orientador para guiar al estudiante usuario de forma que en todo momento sepa lo que se espera que haga, al tiempo que se dirige su atención hacia los aspectos pedagógicamente relevantes.

La licencia de uso elegida es *Creative Commons Reconocimiento–NoComercial–CompartirIgual*, lo que significa que cualquiera puede usar el material libremente, así como copiarlo y distribuirlo de modo gratuito. Únicamente deben respetarse las condiciones de identificación del autor original y de utilización no comercial. Además, se permite la modificación del material para adaptarlo a las necesidades propias, ampliarlo, etc., siempre que se haga bajo la misma licencia. De este modo se promueven la difusión del material y su aprovechamiento por el mayor número posible de personas, sin renunciar a los derechos de propiedad intelectual, al tiempo que se estimula la colaboración en la comunidad educativa.

BIBLIOGRAFÍA

Biomodel: complementos de bioquímica y biología molecular. http://biomodel.uah.es/.

Biomodel-3: bioquímica estructural para enseñanza secundaria. http://biomodel.uah.es/model3j/ (Estructura tridimensional de glúcidos, lípidos, vitaminas, proteínas y ácidos nucleicos).

Diagramas animados de técnicas y procesos bioquímicos. http://biomodel.uah.es /biomodel-misc/anim/

Laboratorios virtuales. http://biomodel.uah.es/lab/.

El laboratorio de Biología con TIC

Inés Torres Payá

Colegio Base
Camino Ancho, 10
28109 Alcobendas
itorres@colegiobase.com

Palabras clave: TIC, trabajos colaborativos, laboratorio

Resumen

La incorporación de las TIC al trabajo de laboratorio en la asignatura de Biología tiene como objetivo desarrollar un proceso de enseñanza/aprendizaje activo y participativo en el que el alumnado diseñe, estructure y desarrolle un trabajo experimental.

Así, deberá buscar datos en Internet, trabajar en grupo compartiendo documentos en red, utilizar cámaras de vídeo y de fotos, etc., para crear un guión de prácticas y poder desarrollar el experimento.

Una vez realizado, tendrán que confeccionar un informe o trabajo con los resultados en formato *ppt*, por ejemplo, y presentarlo a la clase utilizando la PDI.

Abstract

The biology laboratory is an essential resource for science learning. The objective of laboratory work is to develop a teaching/learning process active and participative in which, apart from construction and acquisition of knowledge, the use of scientific method is fomented.

From the explanation of a problem, students will have to design, structure and develop a laboratory experience that resolves it and in which the knowledge acquired by the extracted and compiled information and by the utilization of suitable instruments, materials and mediums is integrated

The TIC are incorporated in this methodology with the purpose of facilitating to the students the organization and development of the experiment, search of information and creation of digital objects.

El laboratorio de Biología es un elemento indispensable para el aprendizaje de las Ciencias. El objetivo fundamental del trabajo de laboratorio es el de desarrollar un proceso de enseñanza/aprendizaje activo y participativo en el que, además de la construcción y adquisición de conocimientos, se fomente el uso adecuado del método científico, así como el espíritu crítico y la creatividad.

A partir del planteamiento de un problema, el alumno/a deberá diseñar, estructurar y desarrollar en el laboratorio una práctica o experimento que dé respuesta al problema planteado y en la cual se integren los conocimientos adquiridos mediante la información extraída y recopilada y la utilización de instrumentos, materiales y soportes adecuados, tanto para su desarrollo como para su presentación.

Se incorporan las TIC en esta metodología con el fin de facilitar a los alumnos/as la organización y desarrollo del experimento, la búsqueda de datos, la creación de objetos digitales utilizando instrumentos tales como cámaras de vídeo, ordenadores, pizarras digitales, etc., con el fin de generar información en diferentes formatos que utilizarán para comunicarse entre ellos y con el profesorado.

La metodología de trabajo sería la siguiente:

1. Planteamiento del trabajo: Se elige un tema a estudiar que requiera del uso del microscopio. Todos los cursos de la ESO, así como los de Bachillerato, tienen en la programación contenidos para ello. Los propuestos para esta experiencia han sido:
   - Reconocimiento de principios inmediatos en alimentos para 3.º de ESO.
   - Observación de células de los cinco reinos para 4.º de ESO.
   - Observación del crecimiento de una planta para 1.º de Bachillerato.
2. Organización de grupos: Se organizan grupos de trabajo, de tres alumnos/as por ejemplo, que crean un documento compartido en *GoogleDocs*. Estos documentos permiten el trabajo simultáneo de todos los participantes tanto desde el colegio como desde casa y, así mismo, la participación del profesor/a que puede sugerir cambios, corregir, etc.



Foto 1. Alumnos/as buscando información en el *netbook*.

Una vez creado el documento, se pone el título del trabajo y se comienza a buscar información para crear el guión de la práctica.

El documento se va confeccionando y modificando en clase, ya que los alumnos disponen de *netbook* en el aula y en los cursos que no lo tienen pueden realizar las tareas en casa.

El documento compartido creado permite añadir la información, modificar y corregir.

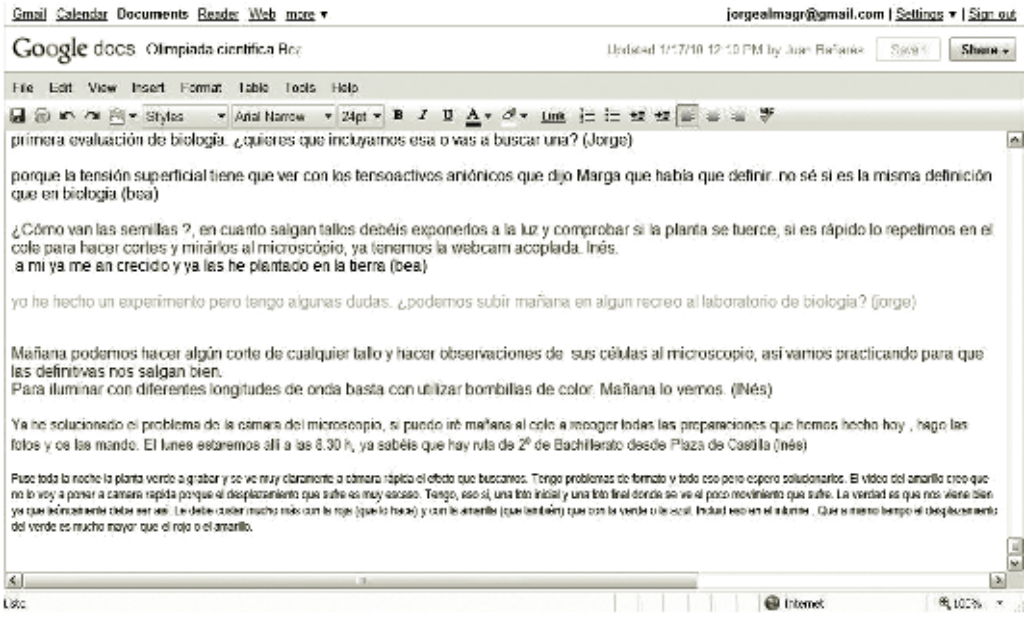


Foto 2. Conversación en GoogleDocs.

3. Creación del guión de prácticas: una vez seleccionada la información del tema a estudiar, cada grupo confecciona el guión de prácticas en el que deben incluir el material, el procedimiento, las observaciones e incluir cuestiones por resolver.

4. Realización de la práctica: cuando ya se tiene el guión, en el laboratorio, hacen la preparación microscópica. Tienen que seguir el procedimiento que han determinado y utilizar los materiales elegidos.

   Pueden tomar fotografías con la cámara digital acoplada al microscopio.

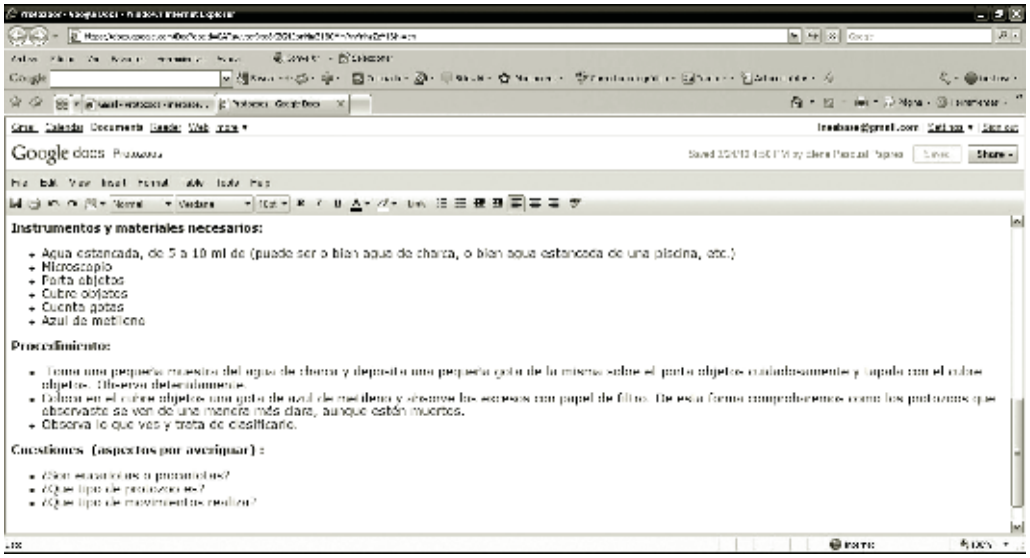


Foto 3. Guión de prácticas.

Al conectar la cámara del microscopio a la pizarra digital puede observar toda la clase la preparación que se está realizando y también se pueden tomar fotos.



Foto 4. Realización de la práctica en el laboratorio.

5. Recopilación de datos, imágenes y observaciones: una vez realizadas las observaciones debe contestar a las preguntas propuestas y elaborar un informe.
6. Presentación del trabajo: cada grupo explicará los resultados obtenidos en la PDI, apoyándose en una presentación que incorpore texto, imágenes, vídeos, animaciones, etc., utilizando, preferiblemente, *software* libre.

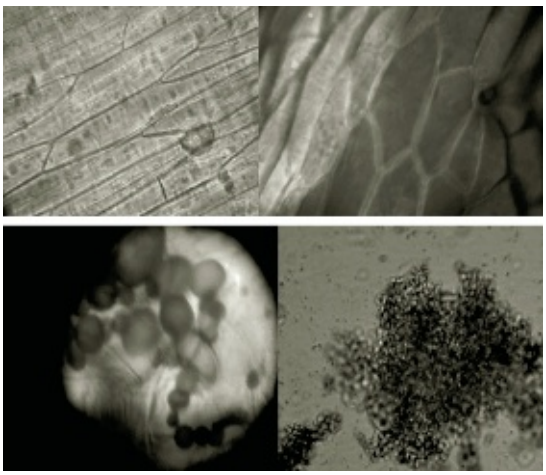


Foto 5. Imágenes de las preparaciones microcópicas.

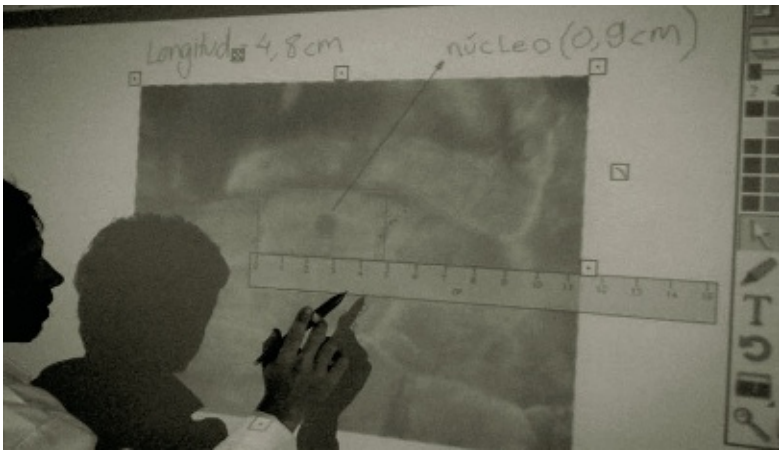


Foto 6. Alumno presentando el trabajo en la PDI.

Así, utilizando los recursos de la PDI se han podido medir las células y los núcleos. Conociendo el aumento de las lentes utilizadas se ha podido hacer una proporción y averiguar el tamaño real.

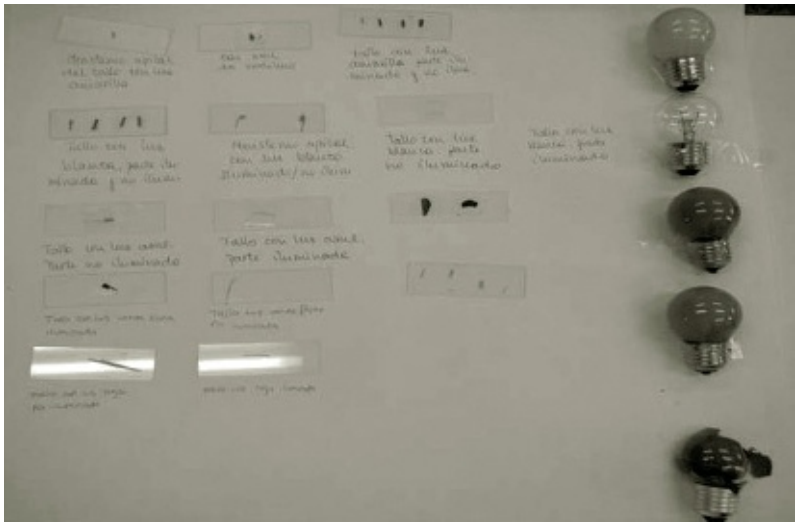


Foto 7. Preparaciones microscópicas sometidas a diferentes luces.

También hemos podido comparar el diferente crecimiento de las células de plantas iluminadas con el de no iluminadas o sometidas a diferentes longitudes de onda.

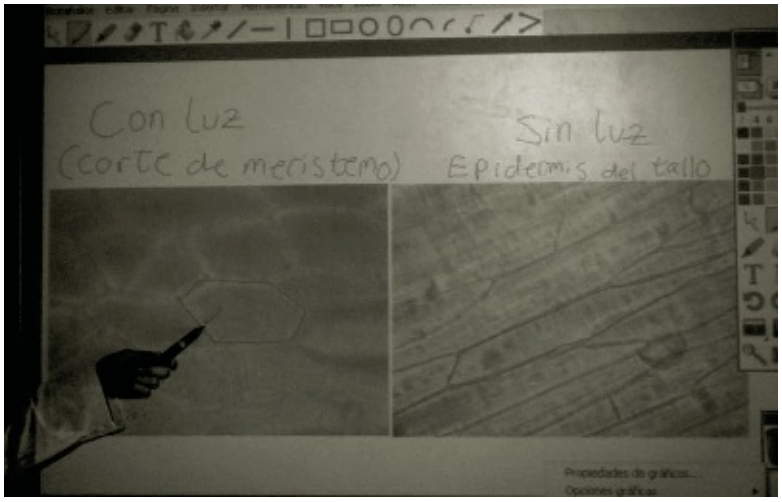


Foto 8. Comparando células.

Conclusiones

Se espera que el alumnado debe ser capaz de:

- Buscar y seleccionar información.
- Realizar trabajos cooperativos.
- Plantear y resolver un problema biológico.
- Diseñar un experimento.
- Construir su propio conocimiento.
- Hacer un uso adecuado de las TIC.

El programa Moddle, las Ciencias Naturales aplicadas y los alumnos de altas capacidades

José María Espinosa Gutiérrez[1,2],
Antonia María Gómez González[3],
Ceferino Artiles[4]

Palabras clave: Ciencias Naturales aplicadas, curso en línea, alumnos de altas capacidades, mentoría universitaria, autoaprendizaje.

Keywords: Applied Natural Sciences, online course, High Capabilites Students, University tutorial, self-learning.

Resumen

En el presente trabajo se muestra un ejemplo de *Curso,* denominado «Mi Primera Publicación Científica», diseñado, a *priori*, como taller y remodelado, posteriormente, como Curso en línea. Usa la plataforma Moddle, a través de la página web de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, llevándose a cabo, hasta el momento dos ediciones de éste: la primera del nueve al veintisiete de marzo de dos mil nueve y la segunda del diecisiete de febrero al diez de marzo de dos mil diez. Contó con la presencia de 33 alumnos en su primera edición y 40 en su segunda, desde 6.º de Primaria hasta 1.º de Bachillerato.

Abstract

In this study we show an example of an online course entitled «My first scientific paper». It was designed, firstly, like a workshop, but it was later redesigned as an online curse. It uses the Moddle program, in Las Palmas de Gran Canaria University`s web. There were two online courses: the first one was made between ninth of Febrary and the twenty-seventh of March, 2009; and the second one was between the seventeenth of Febrary and the tenth of March, 2010. The online curse was made by 33 students in its first edition and by 40 in its second edition, between 6.º grade to sixth form.

[1] Profesor de Secundaria. CPEIPS Cisneros Alter. jomaesgu@ull.es

[2] Departamento de Biología Animal (UDI Ciencias Marinas), Facultad de Biología (ULL). Tenerife, España.

[3] Coordinadora del Programa de atención al alumnado de altas capacidades intelectuales de Canarias (PACICanarias).

[4] Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

1. Introducción

Los alumnos de altas capacidades son un grupo muy heterogéneo de educandos, no manifestando un perfil único. Generalizar las características del alumnado con altas capacidades es imposible dada la diversidad de éste (Espinosa, 2010).

El Programa de Mentoría Universitaria se viene desarrollando en toda la Comunidad Autónoma de Canarias desde el convenio marco de colaboración entre la Consejería, Cultura y Deportes, la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y la Universidad de La Laguna, para el desarrollo de programas de actuación conjunta de carácter científico en el campo de la investigación y la intervención en los alumnos de altas capacidades (Artiles, 2003).

El objetivo principal de este programa es implantar estrategias de mejora educativa para ellos, durante su etapa educativa en Secundaria. Una de estas estrategias consiste en facilitarles la participación en el «Programa de Enriquecimiento y Mentoría Universitaria para el alumnado de Altas Capacidades Intelectuales de la ESO y Bachillerato» (Premun).

Para ello, se ofertaron, durante el curso 2008/2009, dos tipos de actividades: talleres presenciales, de dieciséis horas de duración, que se llevaron a cabo en cuatro sesiones de cuatro horas cada una, en distintas sedes y en diferentes islas; y cursos *on line* (en línea), con una duración de veinte horas y mediante la habilitación de un espacio en la página web de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Esta ponencia y el póster que se ha sacado de ésta tienen por objeto explicar y resumir la actividad llevada a cabo con este colectivo mediante el *Curso* denominado «Mi Primera Publicación Científica». Se usó la plataforma Moddle, a través de la página web de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, llevándose a cabo, hasta el momento, dos ediciones de éste: la primera del 9 al 27 de marzo de 2009 y la segunda del 17 de febrero al 10 de marzo de 2010. Contó con la presencia de 33 alumnos en su primera edición y 40 en su segunda, desde 6.º de Primaria hasta 1.º de Bachillerato.

2. Mentores universitarios

La mentoría con el alumnado de altas capacidades intelectuales de la enseñanza secundaria obligatoria y postobligatoria, conlleva a recurrir a los expertos de la comunidad para que les ayuden a desarrollar tareas de su interés que no pueden ser satisfechas desde su centro escolar (Espinosa, 2010).

El mentor/a es un experto en el campo que le interesa al alumno o alumna y que puede atender sus demandas, procediendo del mundo profesional, universitario o de la alta investigación (Artiles, 2003).

3. Alumnos de altas capacidades

Como ya mencioné, los alumnos de altas capacidades son un grupo muy heterogéneo de educandos, que no tienen un perfil único. Entre sus características principales destacan: aprenden rápidamente, incluso temas más adelantados para su edad, con muy poca práctica; tienen una gran intuición y habilidad para establecer relaciones entre objetos, eventos o situaciones y seguir con facilidad instrucciones complejas; poseen un amplio vocabulario y una captación verbal avanzada; manejan gran información sobre temas complejos; gozan de gran capacidad para persistir y culminar una tarea cuando el tema los motiva; se resisten a las tareas repetitivas, llegando incluso a cuestionar los métodos de enseñanza; tienen habilidad para conceptualizar, disfrutando con la resolución de problemas y con la actividad intelectual; son capaces de abordar varias ideas a la vez; disfrutan organizando cosas y a las personas dentro de una estructura y un orden, buscan sistematizar; manifiestan una gran curiosidad intelectual y una gran motivación intrínseca; son creativos e imaginativos, les gusta experimentar nuevas formas de hacer las cosas, aportando ideas nuevas; poseen una concentración intensa, lapsos duraderos de atención en áreas de su interés,

comportamiento dirigido a un objetivo, constancia; hacen preguntas desconcertantes, incluso extrañas, nada habituales en alumnos de su edad y nivel (Espinosa, 2010).

Son agudos observadores y extraordinariamente perceptivos, especialmente en los detalles; son astutos en sus argumentos y justificaciones; distinguen diferencias y similitudes con rapidez; aprenden a leer precozmente; tienen una gran habilidad para transferir lo aprendido a otras situaciones; manejan numerosos conocimientos generales o concretos cuando el tema es de su interés, con frecuencia más que el profesorado; retienen y recuperan las información con rapidez y detalle; son extremadamente críticos; realizan aportaciones poco usuales a los debates del aula; los libros escolares le parecen elementales y buscan dónde encontrar más información de lo que les interesa; tienen una curiosidad insaciable, cuestionándose las razones de las cosas; inculcan mucha profundidad a los distintos temas tratados en los debates; poseen altos niveles de pensamiento crítico a autocrítico; suelen descubrir relaciones inusuales, antes de las convencionales; suelen ser reacios a la escritura, prefieren conversar puesto que son capaces de hablar con gran fluidez y expresividad, etc. (Espinosa, 2010).

Conductualmente son muy sensibles, manifestando empatía con los demás; tienen gran sentido del humor; son perfeccionistas; se marcan metas muy altas, tienen una elevada viveza, energía, ansia de saber; pueden, en ocasiones, rechazar órdenes; construyen reglas o sistemas complicados, pudiéndose mostrar mandones, dominantes o maleducados; manifiestan sensibilidad ante la crítica o el rechazo de sus compañeros; necesitan éxito y reconocimiento; temen el fracaso; son obstinados y tenaces; parecen faltos de atención, concentración y hasta de interés, pero están al corriente de todo; en algunas ocasiones manifiestan aburrimiento, rechazando la rutina; ante la conversación y el debate prefieren la compañía de alumnos mayores e incluso adultos; en ocasiones se muestran muy seguros de sí mismos; son intransigentes con las faltas graves de comportamiento, así como rechazo a las conductas antisociales de las personas; son independientes, prefieren el trabajo individualizado, etc. (Espinosa, 2010).

La principal característica que yo destacaría es la de su deseo de saber más, su ansia por el conocimiento, su curiosidad. Lo más importante en el diseño de este tipo de cursos y talleres es facilitarles la oportunidad para investigar y desarrollar su curiosidad científica desde el punto de vista del pensamiento divergente; es decir, no establecer cuestiones cerradas, sino totalmente abiertas, de tal manera que la puntuación de la corrección no esté en el hecho en sí, sino en su argumentación.

4. Curso *on line* «Mi primera publicación científica»

Este curso fue diseñado, *a priori,* como taller y remodelado, posteriormente, como curso en línea. Usa la plataforma Moddle, a través de la página web de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, llevándose a cabo, hasta el momento, dos ediciones de éste: la primera del 9 al 27 de marzo de 2009 y la segunda del 17 de febrero al 10 de marzo de 2010. Contó con la presencia de 33 alumnos en su primera edición y 40 en su segunda, desde 6.º de Primaria hasta 1.º de Bachillerato.

Se estructuró en seis unidades didácticas. La principal característica de éstas es que no son textos fijos, extensos, no son dogmas. Se trató de dar una serie de indicaciones, motivaciones; para que el alumno investigara por su cuenta. Las actividades, a su vez, eran extremadamente abiertas para que los alumnos pudieran exponer sus teorías, ideas… A continuación se nombran las seis unidades didácticas, señalando los aspectos más relevantes de cada una de ellas.

1. El método científico: tras explicar las distintas partes del método científico se les pidió en una actividad que elaboraran un guión de los pasos a seguir para demostrar el cambio climático. En otra se les pidió exactamente lo contrario: que indicaran los pasos para demostrar que el cambio climático no se está produciendo. Se trata de que, mediante la argumentación, elaboren teorías y pongan en duda pruebas, es decir, elaboren teorías y lleguen a sus conclusiones mediante la investigación.

2. Breve reseña histórica de las publicaciones científicas: en esta U.D. tenían ellos mismos que buscar en Internet o en bibliotecas revistas científicas antes del siglo XX y después de éste, y exponer sus propias conclusiones.

3. Las publicaciones científicas en el mundo: los alumnos llevaron a cabo una selección de las revistas que habían encontrado, separándolas por idiomas y ramas de la ciencia, preparando posteriormente un informe en el que exponían sus propias conclusiones.

4. Las publicaciones científicas: para desarrollar esta parte del temario se facilitaron a los alumnos varias publicaciones científicas de las que soy coautor (Grupo *BIOPELAG*, Biodiversidad Pelágica Marina; adscrito al Departamento de Biología Animal, U.D.I. de Ciencias Marinas de la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna y grupo investigador I+D *CONSEMAR*, Contaminación y Seguridad Marina, adscrita al Departamento de Contaminación y Seguridad Marítima de la Escuela Técnica Superior de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la misma Universidad). Se facilitaron en formato póster, artículos y notas científicas, tanto en español como en inglés (deben llegar a la conclusión de que, actualmente, el inglés es la lengua científica por antonomasia).

5. La estadística para mi publicación: se impartieron unas clases prácticas de estadística básica, tras unas breves nociones teóricas. Se pidió a los alumnos que definieran su investigación (sobre la que iban posteriormente a elaborar la publicación científica), para estudiar la viabilidad de ésta.

6. Mi publicación científica: tras llevar a cabo la investigación mencionada (bibliográfica o empíricamente), los alumnos debían llevar a cabo una publicación científica con sus resultados.

La inmensa mayoría de los trabajos fueron realmente buenos. Los temas fueron muy variados; destacaría:

- Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica al cambio climático: un alumno llevó a cabo una investigación sobre cuánto podría subir el nivel del mar como causa del calentamiento global y luego, mediante un SIG gratuito, estimó los efectos sobre las islas de Lanzarote y Fuerteventura.
- Determinación del grado de flotabilidad y trazabilidad de los icebergs: un alumno llevó a cabo un estudio bastante completo y exhaustivo sobre los icebergs, su deriva, posible aprovechamiento como exportación de agua dulce, etc.
- Arquitectura ecológica: estudio de infraestructuras y viviendas sostenibles. El trabajo versaba sobre la aplicación de nuevos materiales y diseños a viviendas, edificios, puentes, aeropuertos, etc. Para el ahorro de energía y reciclaje de los residuos generados.
- Nuevas energías: en este monográfico se investigaron bibliográficamente todos los nuevos métodos alternativos de energía, evaluándolos y comparándolos. Se estudiaron todas las alternativas posibles para ver las más factibles.

5. El programa moddle

Para acceder al curso, la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria habilitó una sección dentro de su página web, en el entorno Moddle *(Figura 1)*.

Desde la Consejería se da de alta a los alumnos y se gestiona toda la parte no académica, fichas de registro, datos personales, etc. El experto universitario a cargo del curso es el que figura como administrador de éste, pudiendo modificar a su antojo lo que desee (véase *Figura 2*).

En la página de inicio se colocan las distintas unidades didácticas para que el alumno pueda acceder a ellas. Normalmente se colocan en varios formatos para atender a la diversidad de sistemas operativos, predominando el formato *pdf*.



Figura 1. Página principal del curso.



Figura 2. Página principal del curso con activación de contenidos por el administrador.

Puedes editar tu perfil (lo que van a ver de ti), incluir una foto, tus datos, aficiones y demás información que quieras. Clicando en las pestañas anexas puedes modificar tus datos, acceder directamente a tus mensajes (tanto recibidos como enviados) y, en mi caso, por el ser el administrador, obtener los informes de actividad de los alumnos. Un informe de actividad es una ficha que indica cuándo y durante cuánto tiempo se ha conectado el alumno, qué sitios ha visitado, qué actividades ha llevado a cabo (y si son de autocorrección, su puntuación, incluso la acumulada), qué apuntes se ha descargado y hasta qué mensajes envió y a quién (véase *Figura 3*).



Figura 3. Ficha personal (administrador del curso).

La sección «Calendario» permite gestionar la agenda de los asistentes al curso, poner una fecha de entrega de un trabajo («evento próximo»), asignar un control de conocimientos, programar el tiempo asignado a cada unidad didáctica, a cada actividad, etc. Los alumnos, al entrar en su escritorio, pueden observar las fechas y las tareas asignadas, e incluso se puede solicitar que los mensajes o que asigne mensajes de prioridad al iniciar su sesión.

Hay dos vías de comunicación entre el docente y los alumnos: el foro y las tutorías privadas con el profesor. En el primero, se establece un foro de libre participación, en el que los alumnos pueden iniciar un tema de consulta o de diálogo, pudiendo ser contestado por el profesor o por otros compañeros. *A priori*, lo ideal de este espacio es dejarlos comunicarse libremente, interrumpiendo únicamente en el caso de tener que redirigir el foro o tener que aclarar las dudas definitivamente. Es impresionante ver cómo los alumnos de altas capacidades utilizan este espacio para compartir sus inquietudes, curiosidades, dudas, preguntas... Estos mensajes son visionados por cualquier alumno o persona adscrita y autorizada a seguir el curso.

Las tutorías privadas con el profesor no son vistas por todos los alumnos, sólo por el profesor y el alumno objeto de tutoría. Puede ser iniciada por éste o a petición del docente. Aunque existe la posibilidad en el programa, no se habilitó el mensajeo privado entre el alumnado.

Las actividades que se pueden llevar a cabo son de diversos tipos: calculadas, de descripción, arrastrar y soltar imágenes, de ensayo, dianas en imágenes, de emparejar, opción múltiple, respuesta corta, verdadero o falso, ordenamiento, etc. (véanse las *Figuras 4* y *5*).

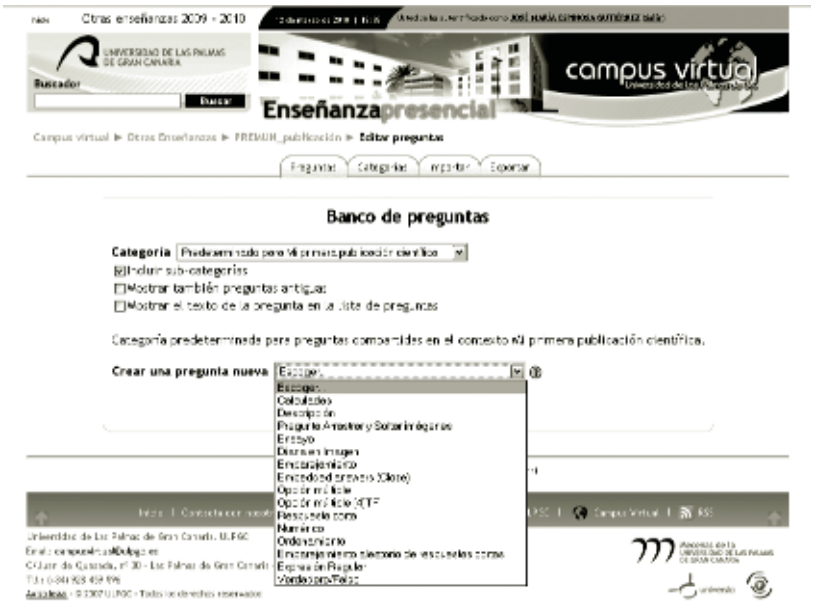


Figura 4. Ejemplo de elección de actividades.

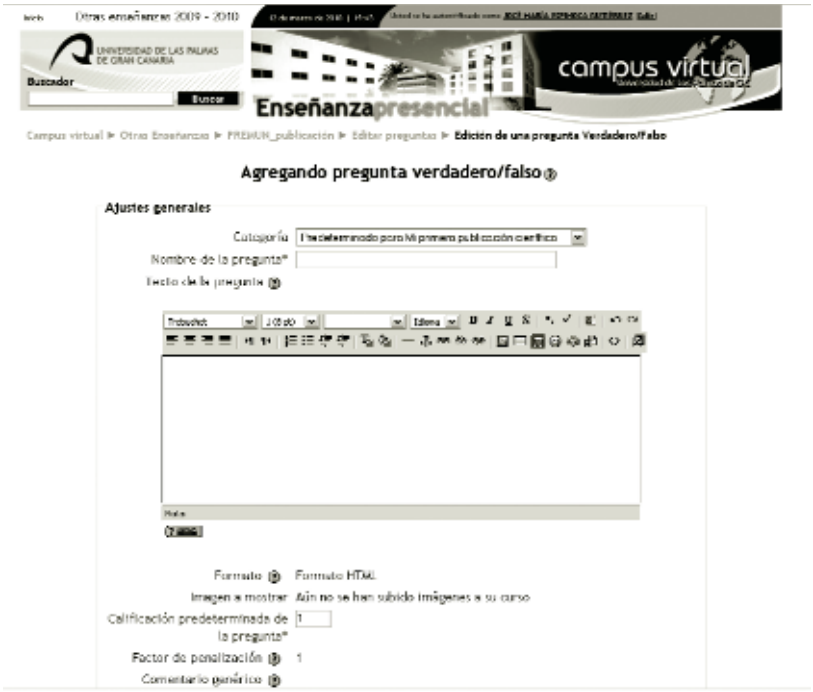


Figura 5. Ejemplo de elaboración de una actividad de verdadero o falso.

Concluiré diciendo que el programa Moddle es una herramienta básica para los docentes de cualquier asignatura de la rama de las Ciencias Naturales. Posibilita la simplificación del trabajo del profesor, con la ganancia de tiempo que ello conlleva, así como la impartición de cursos en línea, lo que creo que será el futuro de la enseñanza dada la actual red de comunicación internacional.

Bibliografía

Artiles, C. (2003), *Las mentorías universitarias con el alumnado de altas capacidades intelectuales. Programa para la atención educativa del alumnado con altas capacidades de Canarias*. http://educa.rcanaria.es/altascapacidades.

Espinosa, J. M.ª (2010), Alumnos de Altas Capacidades y las NTIC. En: *Libro de Actas del Congreso Internacional Virtual de Educación CIVE.* Universidad de Las Islas Baleares, CD-ROM.

Didáctica de las Ciencias de la naturaleza

Enfoques Formativos de Biodiversidad Humana para Secundaria y Bachillerato

María Dolores Marrodán[1,2 *],
Ángel Herráez[1,3],
Marisa González Montero de Espinosa[1,4].

Palabras clave: Diversidad humana. Enseñanza Secundaria. Bachillerato. Actividades prácticas.

Keywords: Human diversity. High School. Secondary School. Practical activities.

Resumen

Este trabajo pretende aproximar al docente al análisis de la variabilidad humana. Existen numerosas oportunidades, a lo largo del currículo educativo, para introducir aplicaciones relacionadas con esta temática. Presentamos ejemplos de fácil desarrollo en el aula con una infraestructura mínima y económica.

Se desarrollan actividades que relacionan alimentación y salud, a través de la valoración individual y poblacional de la dieta y la condición física. La diversidad genética se analiza mediante prácticas de identificación de asimetrías fisiológicas, huellas dactilares y discromatopsias. La faceta evolutiva se contempla con experiencias de valoración cualitativa y cuantitativa sobre la comparación morfológica de primates y homínidos fósiles y actuales. El enfoque molecular se plantea mediante simulaciones del análisis de polimorfismos aplicadas a un ensayo de paternidad.

Abstract

This paper aims to provide a guide for teachers and instructors in the analysis of human variability. There are numerous chances along the educational curriculum to introduce applications related to this topic. We present therefore several examples which may be easily implemented in the classroom, with minimal infrastructure and economical requirements.

Activities are developed relating feeding and health, through estimation of diet and physical status both at individual and population levels. Genetic diversity is analyzed through practices about identification of

[1] Grupo de Investigación «Epinut» de UCM (www.epinut.ucm.es).

[2] Dpto. de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.

[3] Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Alcalá.

[4] IES Santa Eugenia. Madrid.

* marrodan@bio.ucm.es

physical asymmetries, fingerprints and dyschromatopsias. Evolutionary focus is covered with experiences which evaluate, both qualitatively and quantitatively, morphological comparison between primates and hominids, both fossil and current. The molecular approach is considered with simulations of the analysis of polymorphisms, applied to a paternity test.

1. Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas ha proclamado 2010 como el Año Internacional de la Biodiversidad. Dentro de esta iniciativa, se presenta este trabajo que pretende aproximar al docente al análisis de la variabilidad humana desde una doble vertiente. En primer lugar, desde el ámbito científico, que permite conocer el significado molecular, genético, evolutivo y poblacional de las diferencias entre individuos. En segundo término, desde una perspectiva transversal, que intenta comprender la arbitrariedad de los postulados racistas y sexistas.

Centrándonos ahora en la primera perspectiva es indispensable reseñar que, actualmente en los medios de comunicación (prensa, TV, anuncios, etc.), se manejan con asiduidad términos relacionados con los fundamentos de la vida, pero sin que se conozca realmente su acepción biológica. De este modo, palabras como ADN forman parte de nuestro lenguaje cotidiano y, sin embargo, es prácticamente desconocida para el alumnado su estructura molecular, su funcionalidad y el papel que desempeña como generador de biodiversidad. En el mismo sentido, las series de televisión han popularizado algunas técnicas de biología molecular y biometría, como por ejemplo las que se aplican en la identificación forense.

Con respecto a la segunda faceta cabe mencionar que la sociedad española es actualmente más multiétnica y pluricultural que hace tan sólo una década. Según datos del Ministerio de Educación (2009), el número de alumnos extranjeros se ha multiplicado por nueve entre los cursos 1998-99 y 2008-09, de modo que constituyen alrededor del 9,5 % de la población escolar no universitaria. En virtud de estas cifras, resulta primordial abordar en el aula el debate sobre el origen y las causas de las diferencias entre los diversos grupos humanos. El análisis riguroso de las bases genéticas, de los procesos de microevolución y de la adaptabilidad humana al entorno socioambiental ponen de manifiesto la falsedad de los planteamientos xenófobos y de la discriminación sexual.

2. Posibilidades de inserción en el currículo formativo

Los contenidos de Biología Humana son transversales en ESO y Bachillerato y existen numerosas ocasiones, a lo largo del diseño educativo, que permiten tratar la diversidad de nuestra especie. Podemos observar en la *Tabla 1* los diversos núcleos temáticos en los que puede abordarse dicha materia, tanto en la ESO como en el Bachillerato.

En el presente artículo se relacionan diversas actividades prácticas cuyo objetivo común es brindar al alumnado conocimientos básicos que permitan la comprensión de la variabilidad humana, su significado y sus implicaciones socioculturales.

3. Aproximación poblacional a la diversidad

Las actividades que a continuación se relacionan corresponden a los núcleos temáticos «el ser humano y la salud» y «alimentación y nutrición» enmarcados dentro del 3.º curso de la ESO.

Biología y Geología (3.º ESO)
El ser humano y la salud
Alimentación y nutrición
Biología y Geología (4.º ESO)
Genética humana
Genética molecular
Evolución y origen de la vida
Ampliación de Biología y Geología (4.º ESO)
Del descubrimiento de los ácidos nucleicos a la biotecnología
Ciencias del Mundo Contemporáneo (1.º Bachillerato)
La ciencia y la sociedad
El origen de la vida y la evolución
La revolución genética
Biología (2.º Bachillerato)
La herencia. Genética molecular

Tabla 1. Núcleos temáticos para el análisis de la biología humana.

3.1. Análisis de la dieta

En esta práctica se propone que los escolares evalúen la composición de su dieta, a partir de una encuesta recordatorio de 24 horas. Los datos del cuestionario se transfieren a un programa informático sencillo como el DIAL (Ortega Anta *et al*., 2008) o el Alimentador 2000 (SEDCA, 2000). Ambos ofrecen resultados cuantitativos y gráficos que permiten comprobar si la ingestión calórica y el reparto de los nutrientes son los adecuados en función de la edad, género y la actividad física del sujeto. Eventualmente, los datos de diferentes alumnos/as pueden combinarse para plantear análisis estadísticos de distinta índole.

3.2. Valoración de la fuerza muscular

Para esta actividad se utiliza un dinamómetro de presión ajustable al tamaño de la mano *(Figura 1)*. Esta medición se realiza estando el individuo de pie y con el brazo extendido a lo largo del cuerpo. En esta posición se aplica en el dinamómetro la máxima fuerza de agarre. La medida se repite alternativamente tres veces con cada brazo y se anota el registro mayor. Los resultados obtenidos se contrastan con los valores de referencia que aporta la bibliografía (véase la *Figura 2*). Lo mismo que en la práctica anterior,



Figura 1. Dinamómetro de presión manual.

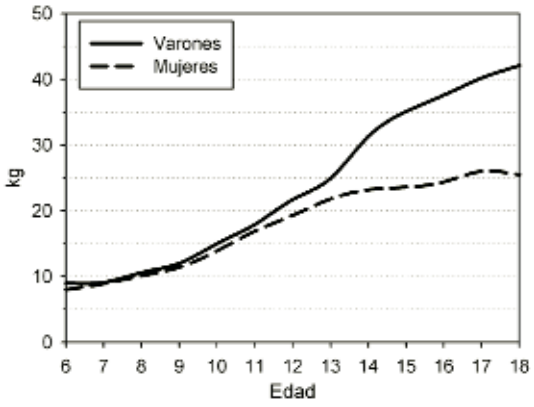


Figura 2. Evolución con la edad y dimorfismo sexual de la dinamometría de presión de la mano derecha (Marrodán Serrano *et al*., 2009).

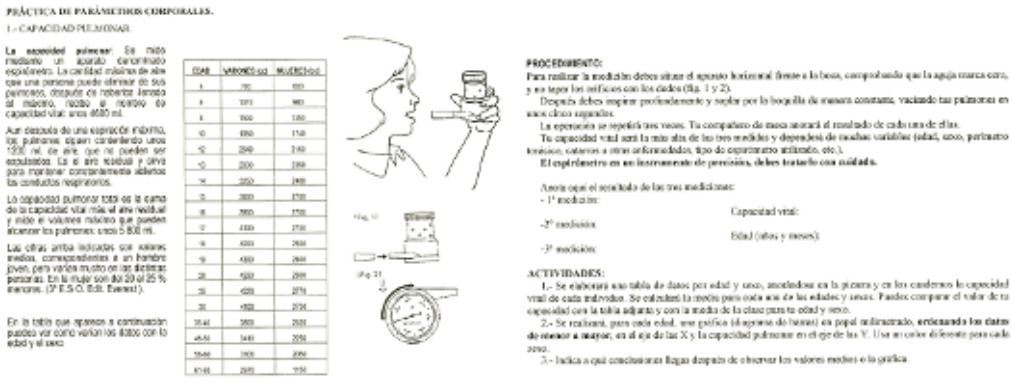
los datos del grupo se pueden analizar estadísticamente para, por ejemplo, comprobar el dimorfismo sexual que presenta esta característica a partir de la pubertad.

3.3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD VITAL

Se realiza utilizando un aparato llamado espirómetro portátil *(Figura 3)*. Con él se mide la capacidad vital, que es la cantidad de aire que puede exhalar una persona después de haber realizado una inspiración forzada *(Figura 4)*. Igual que en el caso anterior, se realizan tres mediciones espaciadas unos minutos y se anota la mayor. Los resultados individuales pueden compararse entre sí, en función de la edad y el sexo, y contrastarse con los valores de referencia disponibles.



Figura 3. Espirómetro portátil *Spiropet*.



PRÁCTICA DE PARÁMETROS CORPORALES.

1.- CAPACIDAD PULMONAR.

La capacidad pulmonar: Es más mediante un aparato denominado espirómetro. La cantidad máxima de aire que una persona puede eliminar de sus pulmones, después de haberse llenado al máximo, recibe el nombre de capacidad vital: unos 4600 ml.

Aun después de una espiración máxima, los pulmones siguen conteniendo unos 1200 ml. de aire, que no pueden ser expulsados. La el aire residual y sirve para mantener constantemente abiertos los conductos respiratorios.

La capacidad pulmonar total es la suma de la capacidad vital más el aire residual y más el volumen máximo que pueden alcanzar los pulmones: unos 5.800 ml.

Las cifras arriba indicadas son valores medios, correspondientes a un hombre joven, para varios mundo en las distintas personas. En la mujer son del 20 al 25 % menores. (3ª E.S.O. Ed.B. Everest).

En la tabla que aparece a continuación puedes ver como varían los datos con la edad y el sexo.

EDAD	VARONES cc	MUJERES cc
6	1700	1600
8	1970	1800
9	2100	1950
10	2350	2150
12	2540	2340
13	2800	2500
14	3250	2600
15	3600	2700
16	3900	2750
17	4100	2750
18	4300	2800
19	4500	2800
20	4600	2800
21	4600	2800
22	4600	2800
23-44	4600	2800
45-64	4400	2800
65-80	4000	2800
81-99	3600	2750

Fig. 1)

Fig. 2)

PROCEDIMIENTO:

Para realizar la medición debes situar el aparato horizontal frente a la boca, comprobando que la aguja marca cero, y no tapar los orificios con los dedos (fig. 1 y 2).

Después debes inspirar profundamente y soplar por la boquilla de manera constante, vaciando tus pulmones en unos cinco segundos.

La operación se repetirás tres veces. Tu compañero de mesa anotará el resultado de cada una de ellas.

Tu capacidad vital será la más alta de las tres medidas y dependerá de muchas variables (edad, sexo, perímetro torácico, calorías a otras enfermedades, tipo de espirómetro utilizado, etc.).

El espirómetro es un instrumento de precisión, debes tratarlo con cuidado.

Anota aquí el resultado de las tres mediciones:

- 1ª medición: Capacidad vital:
- 2ª medición: Edad (años y meses):
- 3ª medición:

ACTIVIDADES:

1.- Se elaborará una tabla de datos por edad y sexo, anotándose en la pizarra y en los cuadernos la capacidad vital de cada individuo. Se calculará la media para cada una de las edades y sexos. Puedes comparar el valor de tu capacidad con la tabla adjunta y con la media de la clase para tu edad y sexo.

2.- Se realizará, para cada edad, una gráfica (diagrama de barras) en papel milimetrado, **ordenando los datos de menor a mayor**, en el eje de las X y la capacidad pulmonar en el eje de las Y. Usa un color diferente para cada sexo.

3.- Indica a qué conclusiones llegas después de observar los valores medios o la gráfica.

Figura 4. Ejemplo de ficha para la práctica de evaluación de la capacidad vital y valores de referencia facilitados por *Spiropet* (Elaborado a partir de MIGUEL *et. al., 1995)*.

3.4. MEDICIÓN DE PARÁMETROS CORPORALES

Se precisa un estadiómetro y una báscula para medir la estatura y el peso, respectivamente. A partir de estas dimensiones se calcula el Índice de Masa Corporal (IMC), que permite clasificar el estado nutricional del individuo.

$$IMC = \frac{\text{peso (kg)}}{\text{altura (m)} \times \text{altura (m)}}$$

La referencia internacional para IMC en niños y jóvenes puede consultarse en la *Tabla 2*. En ella, considerando edad y sexo, es posible incluir a la persona en una categoría que va desde la delgadez severa a la obesidad.

Edad (años)	DELGADEZ SEVERA		DELGADEZ MODERADA		SOBREPESO		OBESIDAD	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer
12	14,05	14,28	15,35	15,62	21,22	21,68	26,02	26,67
13	14,48	14,85	15,84	16,26	21,91	22,58	26,84	27,76
14	15,01	15,43	16,41	16,88	22,62	23,34	27,63	28,57
15	15,55	15,98	16,98	17,45	23,29	23,94	28,30	29,11
16	16,08	16,44	17,54	17,91	23,90	24,37	28,88	29,43
17	16,58	16,77	18,05	18,25	24,46	24,70	29,41	29,69
18	17,00	17,00	18,50	18,50	25,00	25,00	30,00	30,00

Tabla 2. Puntos de corte para IMC que definen malnutrición por defecto y por exceso. (Marrodán Serrano, 2010; elaborado a partir de Cole *et al.* 2000 y 2007).

4. Aproximación genética a la diversidad no modulable por el ambiente

También en el currículo de 4.º de la ESO pueden incorporarse prácticas para estudiar la variación humana de origen genético. Seguidamente nos detendremos en algunas de ellas.

4.1. Asimetrías y lateralidad

En esta actividad se pueden analizar características cualitativas de sencilla observación, como por ejemplo el cruzamiento de las manos, de las piernas y de los brazos *(Figura 5)*. Del mismo modo se puede determinar la dominancia ocular, para lo cual el sujeto mira un punto fijo –a través de un pequeño orificio– y cierra alternativamente ambos ojos *(Figura 6)*. El llamado ojo director será aquel que al cerrarse imposibilita la visión del punto.



Figura 5. Fenotipación de las asimetrías laterales derecha / izquierda.
a) Cruzamiento de las manos: ¿qué pulgar queda sobre el otro?
b) Cruzamiento de los brazos: ¿cuál de los dos queda encima?

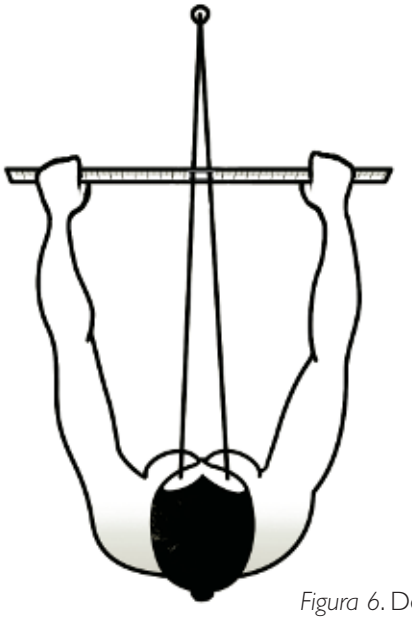


Figura 6. Determinación del ojo director.

4.2. Pilosidad de la falange media

Para analizar este carácter independiente del sexo, hay que observar –con ayuda de una lupa– la presencia o ausencia de folículos pilosos en la falange media de los dedos *(Figura 7)*.

4.3. Longitud relativa de los dedos

Se trata de comparar la longitud de los dedos índice y anular. Esta medida puede realizarse a simple vista o bien, de forma más cuantitativa, utilizando un dispositivo de fabricación sencilla *(Figura 8)*.



Figura 7. Fenotipación de la pilosidad de la falange media.

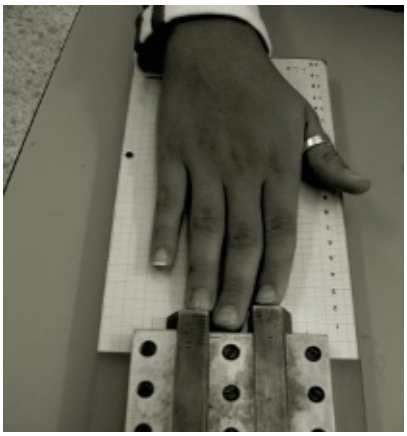


Figura 8. Determinación cuantitativa de la longitud relativa de los dedos.

4.4. Lóbulo de la oreja

Con esta observación se pretende identificar los tres fenotipos posibles: lóbulo pegado, semipegado y libre. En consecuencia, se puede proponer al alumnado que identifique esta característica en los miembros de su familia y elabore la genealogía correspondiente.

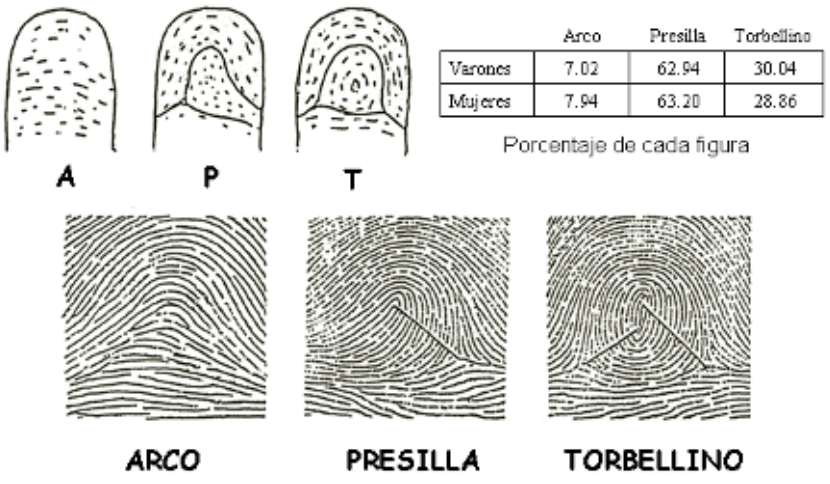
4.5. HUELLAS DERMOPAPILARES (DERMATOGLIFOS)

Para llevar a cabo esta práctica se requieren hojas de papel blanco, lámina adhesiva transparente y polvo de grafito. Los escolares impregnan la falange terminal de sus dedos con el grafito, procurando no entintarlos en exceso. A continuación se coloca encima de cada dedo un cuadrito de papel adhesivo, posteriormente se retira y se pega sobre el folio en blanco *(Figura 9)*.



Figura 9. Procedimiento para la toma de las huellas dactilares.

Se trata de identificar los tres tipos principales de figuras (arco, presilla y torbellino) presentes en cada dedo *(Figura 10)*. Con esta información se pueden calcular los porcentajes de cada una de ellas y hacer un estudio estadístico por mano (derecha/izquierda) o sexo.



	Arco	Presilla	Torbellino
Varones	7.02	62.94	30.04
Mujeres	7.94	63.20	28.86

Porcentaje de cada figura

Figura 10. Tipos de figuras en las huellas dactilares (tomado de VALLS, 1985).

4.6. DISCROMATOPSIAS (PERCEPCIÓN DEL COLOR)

Para determinar el fenotipo de este carácter ligado al sexo, se requiere disponer de las láminas de ISHIHARA (1962). Con ellas el individuo puede determinar si su percepción del color es correcta o si presenta alguna anomalía *(Figura 11)*.

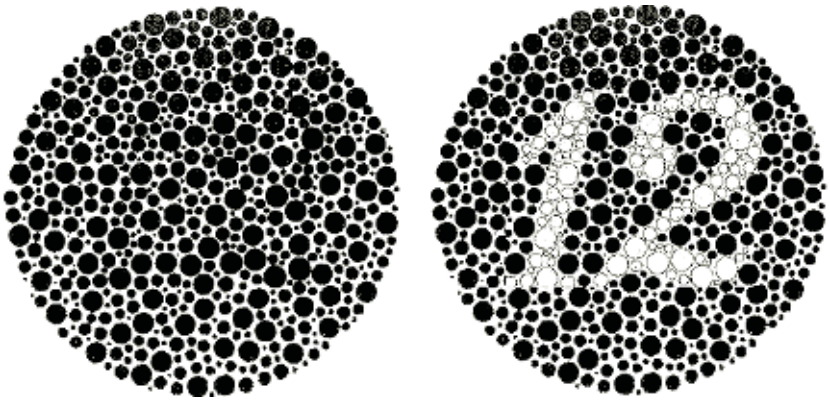


Figura 11. Láminas de ISHIHARA. (1962)

5. APROXIMACIÓN EVOLUTIVA: DIVERSIDAD DE LOS ANCESTROS

Así mismo, en el último curso de Secundaria se pueden incluir experiencias de valoración cualitativa y cuantitativa sobre la evolución de los homínidos.

5.1. COLOREANDO LA EVOLUCIÓN

A partir de algunas láminas del manual de ZIHLMAN (1982) se realiza un análisis comparativo de la anatomía y la evolución morfológica, tanto del cráneo como de las partes del esqueleto postcraneal. Se contrastan dichas estructuras coloreando los huesos homólogos en primates actuales, homínidos fósiles y el hombre moderno *(Figura 12)*.

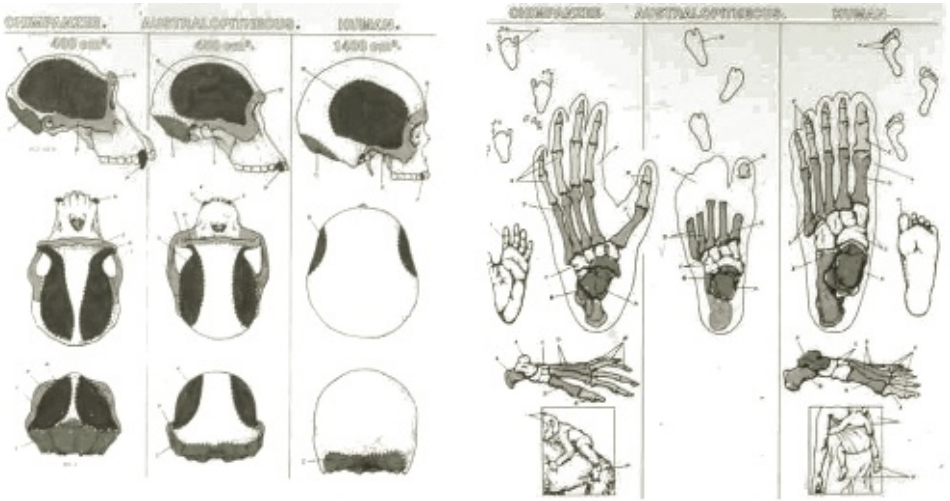


Figura 12. Ejemplo de comparación morfológica de los cráneos y los pies en el chimpancé, el *Australopithecus* y el *Homo sapiens* (tomado de ZIHLMAN, 1982).

5.2. COMPARACIÓN CRANEOMÉTRICA DE LOS HOMÍNIDOS

A partir de esquemas de normas laterales de diferentes homínidos pueden establecerse una serie de parámetros cuantitativos, que identifican el tamaño y la forma del cráneo, a lo largo del proceso evolutivo. Como ejemplo, puede verse la ficha práctica *(Figura 13)* en la que se localizan los puntos que definen dichas dimensiones. Así, uniendo con una regla la glabela y el opistocráneo se obtiene la longitud máxima del cráneo, y el basio y el bregma, la altura del mismo. Con ambas medidas se estima el índice vertico-longitudinal, estableciendo su progresión en la filogenia humana.

EVOLUCIÓN CRANEANA DE HOMÍNIDOS

OBJETIVOS

Establecer las pautas evolutivas que ha seguido el proceso de hominización. Para ello, estudiaremos los cráneos de diferentes homínidos

MATERIAL NECESARIO

Regla, lápiz, goma, semicírculo graduado, papel vegetal y milimetrado.

METODOLOGÍA

Basándose en la fig. 1 realiza, sobre los cráneos de *Australopithecus africanus* (fig. 2), *Homo erectus* (fig. 3), *Homo sapiens neanderthalensis* (fig. 4) y *Homo sapiens sapiens* (fig. 5), las siguientes mediciones:
- La inclinación frontal que es el ángulo que forma el hueso frontal con la horizontal. La horizontal se toma desde la glabela al opistocráneo (longitud máxima del cráneo).
- La relación entre la longitud y la altura máxima del cráneo.
- La relación cráneo/cara. Para ello copia cada cráneo en papel vegetal y superpoulo a una hoja de papel milimetrado. Calcula de ese modo, la extensión que ocupa el cráneo y la cara.

RESULTADOS

1) Haz una tabla como ésta y complétala con los datos anteriores sabiendo que:
A es la inclinación frontal; B es la relación entre longitud máxima y altura máxima del cráneo; C es la relación cráneo/cara; D es la capacidad craneana en cm^3 y E la época en que vivió (millones de años)

Homínido	A	B	C	D	E
H. sapiens				1500	0
H. s. neanderthalensis				1425	0,1
H. erectus				1000	1,5
Australopithecus				450	4

2) Dibuja sobre papel milimetrado la gráfica que representa cómo varía la capacidad craneana (cm^3) con el tiempo (millones de años).

CONCLUSIONES

1) ¿Qué conclusiones extraes de la gráfica?
2) Explica la evolución de los homínidos en cuanto a:
   a) Inclinación frontal
   b) Relación entre longitud máxima y altura máxima del cráneo
   c) Relación cráneo/cara
   d) Arcadas cigomáticas
3) ¿Qué deduces de todo lo anterior?

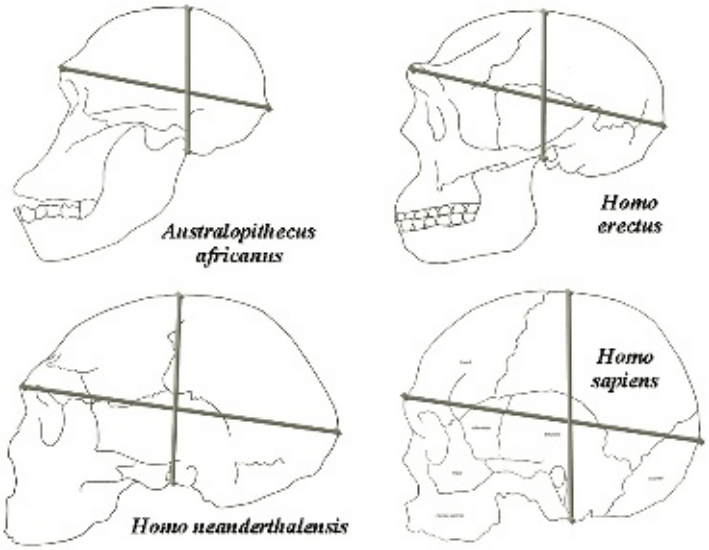


Figura 13. Ejemplo de ficha para la práctica de comparación craneométrica y de las medidas necesarias, elaborado a partir de BARUTELL *et. al.* (1988).

6. APROXIMACIÓN MOLECULAR A LA DIVERSIDAD HUMANA

El enfoque molecular se puede extender desde la ESO hasta 2.º de Bachillerato. Como ejemplo se pueden plantear, con distinta complejidad, simulaciones de un ensayo de paternidad basado en el análisis de polimorfismos genéticos.

En un formato sencillo y asequible se puede realizar una simulación que sólo requiere material de papelería *(Figura 14)*. En tiras de papel se dispone la secuencia del ADN de cada uno de los individuos: un bebé, la madre de alquiler, el marido de ésta y el donante de semen (supuesto padre biológico). Unas tijeras representan la enzima de restricción, una cartulina blanca simula el gel de agarosa –en el que se hace la separación de los fragmentos en función de su tamaño– y un rotulador representa el marcaje fluorescente de la sonda.

Para los niveles más avanzados (en concreto, Biología de 2.º de Bachillerato), y si se dispone de aula de informática, puede simularse todo el proceso de obtención, preparación de muestras, amplificación por PCR y análisis electroforético en un laboratorio virtual (HERRÁEZ, 2009). En ella, el alumnado aprenderá también a manipular tubos, pipetas y a comprender el fundamento de la técnica de electroforesis *(Figura 15)*.



Figura 14. Simulación de un ensayo de paternidad con recortables: material de partida y resultado analizado (APARICIO MANRIQUE, 2009).

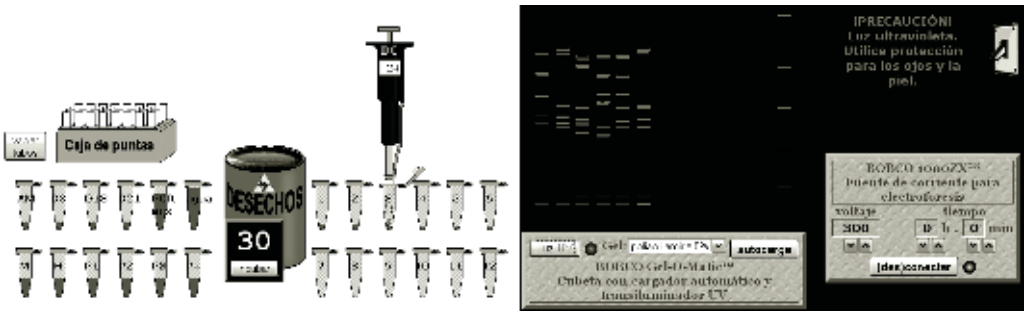


Figura 15. Laboratorio virtual para la simulación de un ensayo de paternidad basado en polimorfismos STR, empleando PCR y electroforesis (Herráez, 2009).

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO MANRIQUE, A. (2009). *¿Quién es el padre? Simulación de un test de paternidad.* IES Rosa Chacel, Dep. de Biología y Geología. http://iesrosachacel.org/aurora/adjuntos/labora2bach/test_paternidad.pdf (consultado 13/5/2010).

BARUTELL, A.; BERGES, T.; CARRIÓN, F. y MARTÍNEZ, J. (1988). *Ciencias Naturales 1.º Bachillerato*. Anaya. Madrid.

COLE, T. J.; BELLIZI, M. C.; FLEGAL, K. M. y DIETZ, W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide international survey. *BMJ,* 320, 1240-1243.

COLE, T. J.; FLEGAL, K. M.; NICHOLLS, D. y JACKSON, A. A. (2007). Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ,* 335, 194.

HERRÁEZ, A. (2009). *Laboratorio virtual de biología molecular: análisis de paternidad mediante PCR múltiplex de marcadores STR*. http://biomodel.uah.es/lab/#cibertorio (consultado 13/5/2010).

ISHIHARA, S. (1962). *Tests for color blindness*. Kanehara Shuppan, Tokyo.

MIGUEL, C. A.; CAÑIZO, A. y COSTA, A. (1995). *Biología y Geología 3.º ESO*. Everest. León.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA (2009). *Datos y Cifras Curso Escolar 2009/2010*. http://www.educacion.es/mecd/jsp/plantilla.jsp?id=313&area=estadisticas (consultado 13/5/2010).

Ortega Anta, R. M.; López Sobaler, A. M.; Andrés Carvajales, P.; Requejo Marcos, A. M. y Aparicio Vizuete, A. (2008). *DIAL: programa para evaluación de dietas y cálculos de alimentación*. Alce Ingeniería. http://www.alceingenieria.net/nutricion/manual/ (consultado 13/5/2010).

Marrodán Serrano, M. D.; Romero Collazos, J. F.; Moreno Romero, S.; Mesa Santurino, M. S.; Cabañas Armesilla, M. D.; Pacheco Del Cerro, J. L. y González-Montero de Espinosa, M. (2009). Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. *Anales de Pediatría (Barc.)* 70 (4), 340-348.

Marrodán Serrano, M. D. (2010). El cuerpo nos habla. Evaluación del estado nutricional. En González Montero de Espinosa, M. (coord.), «Apuntes de Ciencias». *Rev. CDL de Madrid* 214, 17-25.

Sociedad Española De Dietética Y Ciencias De La Alimentación (2000). *Alimentador 2000: aplicación para el cálculo del valor nutritivo de sus dietas*. Ed. Instituto de Control y Desarrollo Alimentario. Madrid (www.nutricion.org).

Valls, A. (1985). *Introducción a la Antropología. Fundamentos de la evolución y de la variabilidad biológica del hombre*. Labor Universitaria. Barcelona.

Zihlman, A. L. (1982). *The Human Evolution Colouring Book*. Barnes & Noble Books. Cambridge.

Caracterização dos diferentes momentos decorrentes da implementação de uma estratégia de ensino e de aprendizagem baseada na perspectiva de «ensino por pesquisa»

Luisa Lopes[1],
Teresa Bettencourt[2]

Palavras-chave: Conhecimentos conceptuais; conhecimentos procedimentais; «ensino por pesquisa».

Keywords: Conceptual knowledge; processual knowledge; «inquiry teaching approach»

Resumo

O «ensino por pesquisa» (EPP) constituiu-se, de há uns tempos para cá, numa referência ao nível da educação em ciência. Cachapuz *et. al* (2002) defendem a existência de três grandes momentos no EPP.

Neste estudo, procedemos à implementação de uma estratégia de ensino e de aprendizagem baseada na perspectiva de EPP. Caracterizámos cada um dos momentos e identificámos diferentes tipos de conhecimentos conceptuais e procedimentais associados. Uma análise preliminar aos resultados permite-nos destacar o impacto positivo que a estratégia EPP teve no desenvolvimento, pelos alunos, de conhecimentos conceptuais e procedimentos.

Abstract

Nowadays, the «inquiry teaching approach» (ITA) is a reference in Science Education. For Cachapuz *et al.* (2002), ITA has three strong moments to be considered.

In this study, we try to implement a learning strategy based upon on ITA perspective. We characterized each moment and identify the respective different kind of conceptual and processual knowledge. A preliminary analysis to the results emphasizes the positive impact of the ITA strategy on the development of conceptual and processual knowledge by the students.

1. Marco teórico

Os resultados da investigação na área da Psicologia Educacional e ao nível da Didáctica, têm influenciado muito as concepções e as práticas de ensino e de aprendizagem, na área das ciências (Vasconcelos, 2003).

[1] Escola Secundária/3.º Ciclo de Vouzela. Bolseira da FCT. Membro do CIDTFF/UA. fluisalopes@ua.pt

[2] Departamento de Educação da Universidade de Aveiro. Embro do CIDTFF/UA. Campus Universitário de Santiago. 3810-193 Aveiro. tbett@ua.pt

Desde o «ensino por transmissão», a «aprendizagem por descoberta» ou a «aprendizagem por mudança conceptual», vários têm sido os estudos que reconhecem vantagens e limitações às diferentes formas de encarar o ensino das ciências.

O «ensino por pesquisa» (EPP) representa uma perspectiva recente sobre o ensino das ciências. CACHAPUZ *et al.* (2002) reconhecem, ao EPP, elevadas potencialidades relativamente à construção de conceitos, processos, atitudes e valores. O EPP constitui-se como uma das perspectivas de ensino e de aprendizagem que possibilita ao aluno a familiarização com as características do trabalho científico (CACHAPUZ *et al.,* 2002). Nesse sentido, são-lhe atribuídas características promotoras de uma formação pessoal e social dos alunos, consentânea com uma cidadania consciente e responsável.

CACHAPUZ *et al.* (2002) distinguem quatro princípios organizativos no âmbito da perspectiva de EPP, são eles: i) a necessidade de introduzir a inter e transdisciplinaridade decorrente da necessidade de compreender o mundo na sua globalidade e complexidade; ii) a relevância na abordagem de situações-problema do quotidiano que poderão possibilitar uma reflexão sobre os processos da ciência e da tecnologia bem como das suas inter-relações com a sociedade e ambiente, facultando aos alunos uma aprendizagem científica e tecnológica, uma maior possibilidade de tomar decisões informadas, de agir responsavelmente, bem como de permitir o desenvolvimento de atitudes e valores; iii) a importância do pluralismo metodológico a nível das estratégias de trabalho; e iv) o papel central da avaliação educativa, que deverá assumir a individualização da aprendizagem do aluno, ser reguladora e orientadora.

Relativamente à implementação do EPP, CACHAPUZ *et al.* (2002); identificam três momentos fortes: i) a problematização (P), que reflecte a interacção entre o currículo, os saberes académicos pessoais e sociais e as situações problemáticas, centradas no quadro Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; ii) as metodologias de trabalho (M), que integram o planeamento das actividades (Ma), o seu desenvolvimento (Md), a avaliação (Ma) e a comunicação (Mc); e por último, iii) a avaliação terminal (At), que deverá contemplar as aprendizagens realizadas e o processo de ensino e de aprendizagem desenvolvido. Os referidos autores salientam que estes momentos não ocorrem de forma sequencial e linear, mas antes se articulam em ciclos de ensino e de aprendizagem.

Constata-se, no entanto, que apesar dos próprios programas escolares serem baseados nesta perspectiva de ensino, é escassa a investigação a este nível, nomeadamente, em relação à sua implementação em contexto real de sala de aula e tendo em conta os diferentes tipos de conhecimentos que se pretende que os alunos desenvolvam.

Para POZO & GÓMEZ (2004), o ensino das ciências é tradicionalmente dirigido a transmitir um corpo conceptual de diferentes disciplinas. Os referidos autores salientam que, desenvolver a aprendizagem de conceitos e a aprendizagem de modelos, implica superar as dificuldades de compreensão e implica trabalhar os conteúdos verbais, desde os mais específicos e simples (factos e dados) aos conceitos disciplinares específicos, até alcançar os princípios estruturantes das ciências. Segundo Pozo & Gómez (2004), os factos, os conceitos específicos e os princípios implicam um gradiente crescente de generalidade, de tal modo que os conteúdos mais específicos deveriam ser o meio para aceder aos conteúdos mais gerais, que constituiriam propriamente as capacidades a desenvolver. Ou seja, os diferentes tipos de conteúdos verbais desempenhariam uma função distinta no currículo e de algum modo requerem-se mutuamente. A meta final deverá ser o chegar a uma compreensão dos conteúdos mais abstractos e gerais (neste caso os princípios), mas isso só é possível através dos conteúdos mais específicos, conceitos e dados.

Segundo POZO & GÓMEZ (2004), o desenvolvimento de destrezas cognitivas, de raciocínio científico, de destrezas experimentais e de resolução de problemas requer que os conteúdos procedimentais ocupem um lugar relevante no ensino das ciências. DINIZ & CARNEIRO (2005) salientam que, apesar das várias definições, estes conteúdos dizem sempre respeito a um conjunto de acções orientadas para a consecução de uma meta. Tal como acontece com os conteúdos conceptuais, POZO & GÓMEZ (2004) defendem que os

diferentes tipos de procedimentos podem ser situados num contínuo de generalidade e de complexidade, que vai desde as simples técnicas e destrezas até às estratégias de aprendizagem e ao raciocínio.

Relativamente aos conhecimentos de natureza atitudinal, MANASSERO & VÁSQUEZ (2001) defendem que estes representam tendências ou predisposições com componentes cognitivos de conduta, mas sobretudo emotivos, positivos e negativos, sobre um determinado objecto de atitude.

POZO & GÓMEZ (2004) salientam que o ensino das ciências deverá, não só transmitir aos alunos um conjunto de saberes científicos, como também fazê-los participar, dentro do possível, dos próprios processos de construção e apropriação do conhecimento científico. Assim, o ensino das ciências deverá potenciar o desenvolvimento de conhecimentos das diversas naturezas, assegurando que, como referem CACHAPUZ *et al.* (2002), as aprendizagens se tornarão úteis no desenvolvimento pessoal e social dos jovens, num contexto de sociedades tecnologicamente desenvolvidas, abertas e democráticas.

Os objectivos do presente estudo foram: i) caracterizar os diferentes momentos de EPP, decorrentes da implementação de uma estratégia de ensino e de aprendizagem baseada nesta perspectiva de ensino e ii) analisar os conhecimentos conceptuais e procedimentais desenvolvidos pelos alunos em cada um dos referidos momentos.

Este trabalho integra uma investigação mais alargada no âmbito de um projecto de Doutoramento em Didáctica.

2. METODOLOGIA

Este trabalho é baseado num estudo de caso e seguiu uma metodologia de investigação de cariz qualitativo. Foi levado a cabo numa turma de 12.º ano, no âmbito da disciplina de Biologia e envolveu 15 alunos. Decorreu no ano lectivo 2008/09, na Escola Básica 2,3 Ciclos e Secundário Dr. Daniel de Matos, em Vila Nova de Poiares (região centro de Portugal).

Os trabalhos foram desenvolvidos em grupo, a partir da apresentação do seguinte problema aos alunos: «De que modo é que a biotecnologia interfere na qualidade de vida da população de Vila Nova de Poiares?». A resolução do problema prolongou-se por todo o ano lectivo e ocupou 11 aulas interpoladas. A professora da disciplina e a investigadora orientaram os trabalhos no sentido dos alunos levantarem hipóteses, planificarem trabalhos experimentais, analisarem, interpretarem, comunicarem resultados e tirarem conclusões, sempre com vista a alcançarem a(s) solução(ões) para o problema.

Na análise aos resultados consideraram-se os seguintes materiais de recolha de dados: o caderno de registos dos alunos (cr), as mensagens de correio electrónico (mce) a grelha de observação da comunicação (goc) e os registos da investigadora. Relativamente à implementação dos materiais de recolha de dados salientam-se, de seguida alguns aspectos. O caderno de registos dos alunos consistiu num caderno que foi distribuído a cada grupo de trabalho, logo após a apresentação do problema; foi explicado aos alunos que nele deveriam ser feitos todos os registos relativos a este trabalho. Para que houvesse uma continuidade do trabalho (não vinculada às aulas dedicadas ao mesmo), viabilizou-se o contacto com a professora e com a investigadora, via correio electrónico. Assim, as mensagens de correio electrónico enviadas pelos alunos à investigadora foram também uma fonte de dados para este estudo. No sentido de melhor identificar conhecimentos procedimentais de comunicação, foi construída uma tabela preenchida, pela investigadora, durante a apresentação / comunicação dos trabalhos.

Os dados recolhidos foram submetidos a uma análise de conteúdo (BARDIN, 2007).

Tendo em conta os objectivos definidos para este trabalho, foi adoptada uma classificação para analisar os conhecimentos conceptuais e procedimentais desenvolvidos pelos alunos. A referida classificação foi adaptada de PRO BUENO (2003) e POZO & GÓMEZ (1998) e apresenta-se nas tabelas 1 e 2.

1 – factos/dados	2 - conceitos	3 - princípios
A - Factos ou dados	B - Relaciona dados dentro de uma «rede de significados» (ou seja, dá sentido / significado aos dados)	C - Correspondem a conceitos muito gerais e estruturantes de uma determinada área científica

Tabela 1. Classificação dos conteúdos conceptuais
(adaptado de PRO BUENO, 2003 e POZO & GÓMEZ, 1998)

1 - Técnicas	a – manuseamento de material de laboratório b - construção de maquetas / modelos / esquemas c - utilização de técnicas informáticas
2 - Básicas	a – observação / descrição / medição / cálculo b - categorização e representação de dados
3 - De investigação	a1 – definição de meios de recolha de informação a2 – implementar meios de recolha de informação b – análise e interpretação de dados/informações c – identificação do problema; clarificação da linha de investigação seguida, identificação de dúvidas concretas sobre a linha de investigação seguida d - emissão de hipóteses e realização de previsões e1 – planificação de trabalho de campo (visitas de estudo), trabalho laboratorial ou trabalho experimental. e2 – realização de trabalho de campo, trabalho laboratorial ou trabalho experimental. f – identificação e controlo de variáveis g - estabelecimento de conclusões h – análise do percurso desenvolvido, das actividades desenvolvidas ou das dificuldades encontradas; informação encontrada. i – atribuição de tarefas aos diferentes elementos do grupo; previsão de tarefas (que não impliquem sair da escola)
4 - De comunicação	a – utilização de diferentes tipos de expressão b - identificação de ideias-chave c1 - definição de materiais informativos c2 – elaboração e disponibilização de materiais informativos d - representação simbólica e - utilização de diversas fontes

Tabela 2. Classificação dos conteúdos procedimentais
(adaptado de PRO BUENO, 2003 e POZO & GÓMEZ, 1998)

3. RESULTADOS

Os trabalhos de grupo incidiram sobre linhas de investigação escolhidas livremente pelos alunos: 3 grupos enveredaram por temas mais ligados à aplicação da biotecnologia à saúde (diabetes, doenças sexualmente transmissíveis e medicamentos biológicos), 1 grupo optou pela aplicação da biotecnologia à agricultura / alimentação (OGMs) e outro grupo direccionou o seu estudo para a aplicação da biotecnologia a nível ambiental (ETARs). A tabela 3 apresenta os momentos EPP identificados, aquando da análise dos cr e das mce, bem como os conhecimentos conceptuais e procedimentais associados. A simbologia usada é referente aos conhecimentos já especificados na metodologia.

Momentos EPP		Tipo de conhecimento evidenciados pelos diferentes grupos				
		Diabetes	DSTs	Med. Biológ.	OGMs	ETAR
Problematização	C:			A		
	P:	3c	3c	3c	3c	3c
Mt – planeamento	P:	3a1, 3i, 4c1	3a1, 3e1, 3i, 4c1	3a1, 3e1, 3i, 4c1	3a1, 3e1, 3i	1a, 2a 3ª1, 3e1, 3f, 3i
Mt – desevolvimento	C:	A, B	A, B	A, B	A, B	A, B
	P:	1a, 1b, 1c, 2a, 2b, 3a2, 3b, 3e2, 4d	1c, 3a2, 3b, 3e2 4c2	1c, 2b, 3a2, 3b, 4c2	1b, 1c, 2a, 2b, 3b, 3a2, 3e2, 3g, 4c2	1a, 1b, 1c, 2b, 2a, 3a2, 3b, 3e2
Mt - avaliação	C:	A, B, C			A, C	A, C
	P:	1c, 3a1, 3a2, 3b, 3c, 3d, 3e1, 3f, 3g, 3h, 3i, 4c1	1c, 3a1, 3a2, 3b, 3c, 3d, 3g, 3h, 4c1	1c, 3a1, 3b, 3c, 3h, 4c1, 4b	1a, 1c, 3a1, 3a2, 3b, 3d, 3e1, 3f, 3g, 3h, 3i 4b, 4c1	1a, 1c 3b, 3d, 3e1, 3e2, 3g, 3h, 3i, 4c1
Mt – comunicação	C:	A, B	A, B	A, B	A, B	A, B
	P:	4a, 4b, 4c2, 4e	4a, 4b, 4c2, 4d, 4e	4a, 4b, 4c2, 4d, 4e	4a, 4b, 4c2, 4d, 4e	4a, 4b, 4c2, 4d, 4e
Avaliação final						
Conhecimentos evidenciados		Todos	Todos excepto, C: C P: 1a, 1b, 2a, 2b, 3f	Todos excepto, C: C P: 1a, 1b, 3d, 3e2, 3f, 3g	Todos	Todos
Número de ocorrências dos momentos EPP		P – 3 Mp – 6 Md – 10 Ma – 11	P – 4 Mp – 4 Md – 9 Ma - 5	P – 4 Mp – 8 Md – 9 Ma - 4	P – 3 Mp – 8 Md – 17 Ma - 12	P – 2 Mp – 8 Md – 14 Ma - 11
P.: Procedimental C.: Conceptual						

Tabela 3. Os momentos EPP identificados e os conhecimentos conceptuais e procedimentais associados.

A análise aos dados recolhidos permitiu-nos verificar que todos os grupos iniciaram os trabalhos com um momento de problematização. O número mínimo de vezes que a problematização foi identificada foi de 2 vezes (grupo ETAR) e o número máximo foi de 4 vezes (grupos medicamentos biológicos e DST). Ao momento de problematização estiveram sempre associados conhecimentos do tipo procedimental de investigação (3c).

Relativamente ao momento de planeamento, é de referir que este momento se repetiu ao longo do trabalho, desde um mínimo de 4 vezes (grupo DST) até um máximo de 8 vezes (grupos medicamentos biológicos, OGM e ETAR). A este momento estiveram sempre associados conhecimentos do tipo procedimental de investigação: 3a1 e 3i. Para além dos referidos conhecimentos, também foi possível identificar outros, como 1a, 2a, 3e1, 3f e 4c1. Da análise dos registos, nomeadamente do número e das actividades desenvolvidas no momento de desenvolvimento, é possível extrapolar que os alunos nem sempre fizeram os registos associados a este momento. O facto de não ser um procedimento habitual nos trabalhos que desenvolvem e/ou a não valorização deste momento, parece-nos estar na base deste resultado. No entanto, parece-nos pertinente salientar que houve uma evolução muito positiva ao nível da qualidade dos registos, tanto ao nível da clareza/objectividade, como ao nível da organização. À medida que os trabalhos avançaram, os alunos demonstraram um maior cuidado na definição da tarefa a executar e a identificação da pessoa responsável pela sua realização e, em situações pontuais, (registadas pela investigadora durante a observação das aulas) foi definido o prazo para cumprimento da tarefa.

Quanto ao momento de desenvolvimento, este foi o momento EPP que mais vezes se repetiu nos diferentes grupos de trabalho, com a excepção do grupo diabetes. O número mínimo de vezes que este momento ocorreu foi de 9 vezes (grupos DST e medicamentos biológicos) e o número máximo foi de 17 vezes (grupo OGM). A este momento estiveram sempre associados conhecimentos do tipo conceptual (factos e conceitos) e de tipo procedimental técnico e de investigação: 1c, 3a2 e 3b. Para além dos conhecimentos referidos, constata-se que a este momento esteve associado uma grande variedade de conhecimentos, a saber, 1a, 1b, 2a, 2b, 3e2, 3f, 4c2 e 4d. Houve uma situação em que os alunos relataram em Ma, trabalho laboratorial desenvolvido por eles (1a e 2a) no centro de saúde, no entanto, a investigadora decidiu considerá-lo em Md.

No que diz respeito ao momento de avaliação, verificou-se que o número mínimo de vezes que este momento ocorreu foi de 4 (grupo medicamentos biológicos) e o número máximo foi de 12 (grupo OGM). A este momento estiveram sempre associados conhecimentos de tipo procedimental técnico, de investigação e de comunicação: 1c, 3b, 3h e 4c1. Tal como no momento de desenvolvimento, a este momento esteve associado uma grande variedade de conhecimentos, a saber, 1a, 3a1, 3a2, 3c, 3d, 3e1, 3g, 3i, 3e2, 4b. Relativamente a este momento, a presença da investigadora em sala de aula permitiu constatar que os alunos muito raramente tomavam a iniciativa de o desenvolver. De facto, foram muitas as vezes que este momento foi desencadeado por solicitação e com a ajuda da professora e/ou da investigadora. Para além disso, é de destacar que o momento Ma foi o único onde se desenvolveram conhecimentos de natureza conceptual do tipo «princípios», para além de factos e conceitos. Uma primeira análise aos resultados leva-nos a crer ter existido uma relação directa entre o número de vezes que este momento ocorreu e o número total de conhecimentos evidenciados por cada grupo.

Quanto ao momento de comunicação, é de referir que foi um momento programado e preparado com alguma antecedência, pelo que, só ocorreu uma vez. Todos os grupos apresentaram o seu contributo para a solução do problema. Nalguns casos houve ainda oportunidade para estabelecer pontes e interacções pelos temas abordados pelos outros grupos de trabalho. A este momento EPP estiveram sempre associados conhecimentos do tipo procedimental de comunicação: 4a, 4b, 4c2 e 4e. O conhecimento 4d foi evidenciado nos registos de 4 grupos de trabalho.

Indo ao encontro dos objectivos deste estudo, para a avaliação terminal, foram considerados os conhecimentos conceptuais e procedimentais evidenciados pelos alunos. Assim, dos 3 tipos de conhecimentos

de natureza conceptual, em análise, verificou-se que 3 grupos manifestaram todos os tipos e 2 grupos não manifestaram nos seus registos, conhecimentos do tipo «princípio». Em relação aos 22 tipos de conhecimentos de natureza procedimental, há a referir que 3 grupos evidenciaram todos os conhecimentos em análise, e 2 grupos não evidenciaram cinco dos conhecimentos em análise. De facto, estes 2 grupos foram aqueles exigiram sempre um maior apoio por parte da professora e/ou da investigadora, revelando frequentemente dificuldades na análise de documentos e no desenrolar da sua linha de investigação.

Um dos conhecimentos que não foi evidenciado, simultaneamente, nos registos dos grupos DSTs e Medicamentos biológicos foi aquele que diz respeito à identificação e controlo de variáveis (3f); para além disso, nos grupos onde foi evidenciado o referido conhecimento, foi necessária especial atenção e apoio da investigadora.

Parece-nos que este tipo de conhecimento, muito associado ao trabalho experimental, nem sempre se relaciona directamente com as temáticas escolhidas e, por vezes a sua integração não é simples. Deste modo, e à semelhança daquilo que defendem CACHAPUZ *et al.* (2002), a implementação de uma estratégia de ensino e de aprendizagem (baseada na perspectiva de EPP) alerta-nos para a necessidade de uma formação docente cientificamente sólida e muito clara naquilo que diz respeito a questões de natureza didáctica e pedagógica.

Quanto aos momentos que exigiram maior intervenção por parte do professor e/ou da investigadora, a saber P e Ma, foi notória a fraca autonomia dos alunos perante estes momentos EPP e a necessidade de desenvolver estratégias desencadeadoras desses momentos como, solicitar aos alunos um ponto de situação do trabalho ou relembrar o problema inicial e a necessidade de lhe dar resposta. Este aspecto foi particularmente visível nos grupos DSTs que tiveram grandes dificuldades ao nível do momento de desenvolvimento e do grupo medicamentos biológicos cuja principal dificuldade se situou ao nível da problematização/definição da linha de investigação. Os momentos P e Ma foram essenciais no retomar dos trabalhos, principalmente após as diferentes paragens lectivas.

4. CONCLUSÕES

Com este estudo foi possível fazer uma análise aos diferentes momentos decorrentes da implementação de uma estratégia de ensino e de aprendizagem, baseada na perspectiva de EPP, no âmbito da temática da biotecnologia, abordada na disciplina de Biologia de 12.º ano.

Constatámos, no caso estudado, uma estreita relação entre determinados conhecimentos e cada um dos momentos EPP, tendo sido possível associar a cada momento EPP conhecimentos que foram evidenciados em todos os grupos.

Foi ainda possível identificar alguns momentos EPP como momentos que promoveram o desenvolvimento de uma grande diversidade de conhecimentos, a saber Md e Ma.

Uma análise preliminar dos resultados permite-nos destacar a relação directa entre o número de ocorrências de Ma e o número total de conhecimentos evidenciados. De facto, os grupos com maior número de ocorrências de Ma, também foram os grupos que, na avaliação terminal, revelaram um maior número de conhecimentos evidenciados. Tendo em conta que o momento Ma foi um momento em que os alunos demonstraram pouca autonomia, sendo a ajuda do professor particularmente importante, destacamos a importância do professor, no sentido de promover/estimular este momento, e consequentemente, promover um maior número de conhecimentos. O momento P também se revelou um momento onde os alunos manifestaram pouca autonomia, sendo muitas vezes o professor quem ajudou a desencadeá-lo.

Como balanço final, concluímos que, relativamente ao caso estudado e tendo em conta as características dos diferentes alunos, o percurso académico e as expectativas em relação ao futuro escolar, a estratégica

de ensino e de aprendizagem teve um impacto positivo, nomeadamente, naquilo que diz respeito a conhecimentos de natureza conceptual e procedimental.

BIBLIOGRAFÍA

BARDIN, L. (2007), *Análise de conteúdo*, Lisboa: Edições 70, pp.27-125.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. (2002), *Ciência, Educação em Ciência e ensino das Ciências*, Lisboa: Ministério da Educação, pp. 91-191.

DINIZ, M.; CARNEIRO TOMAZELLO, G. (2005), A pedagogia da complexidade e o ensino de conteúdos atitudinais na educação ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso, pp. 1-5.

MANASSERO, M. A. e VÁZQUEZ, A. (2001), Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 15-27.

PRO BUENO, A. (2003), La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciências. En ALEIXANDRE, M. P. (coord.), CAAMAÑO A.; OÑORBE, A.; PEDRINACI, E.; PRO, A.. *Enseñar ciências, Barcelona*, Graó, pp. 33-53.

POZO, J.; GÓMEZ, M. (1998), *Aprender y enseñar ciência,* Madrid, Morata, pp. 51-92.

VASCONCELOS, C., PRAIA, J., ALMEIDA, L. (2003), Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicol. Esc. Educ.*, vol. 7, n1, 11-19.

RECICLATOCHA. Un wiki de los alumnos de Bachillerato de Salesianos Atocha

Pilar Ballesteros y María del Rosario Fernández
Colegio Salesianos Atocha

Palabras clave: wiki, herramientas Web 2.0, residuos, Ciencias del Mundo Contemporáneo, Tecnologías de la Información.

Keywords: wiki, Web 2.0 tools, waste, Sciences for Contemporary World, Information Technology.

Resumen

Este wiki ha sido la herramienta de trabajo de los alumnos de 1.º de Bachillerato en el tercer trimestre del curso académico 2008/09. Se ha realizado como actividad interdisciplinar, dentro de las asignaturas de Ciencias del Mundo Contemporáneo y Tecnologías de la Información del Colegio Salesianos Atocha (Madrid).

El total de alumnos que han participado en esta experiencia ha sido de 198. De éstos, 23 fueron premiados en el Certamen Internacional de Educared del pasado curso.

De este modo, no sólo han aprendido a trabajar con herramientas Web 2.0, sino que han sido emisores del conocimiento, destacando la creatividad e implicación de cada grupo a la hora de investigar y expresar contenidos propios del currículo de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, en concreto los relacionados con los residuos y el reciclaje.

Abstract

This wiki has been the main sciences working tool developed by 198 students of A-Levels during the third term of the last academic year 2008-2009. The wiki tasks have been performed as an interdisciplinary activity for two subjects: Sciences for Contemporary World and Information Technology in the Secondary School 'Salesians Atocha' (Madrid).

As a final result, 23 student participants have been awared at the International Competition 'Educared' last year.

In particular, the students have not only learnt to work with Web 2.0 tools, but they have also been able to create knowledge, focused on creativity by the involving of all the students groups. At the same time, they have dealt with their own researches and have issued works on Waste and Recycling topics, which are basic content in the syllabus for Sciences for Contemporary World.

1. INTRODUCCIÓN

La experiencia que a continuación se presenta ha sido realizada durante el curso académico 2008/09 con los alumnos de 1.º de Bachillerato del Colegio Salesianos Atocha (Madrid) y dentro de las asignaturas de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (en adelante CCMC) y Tecnologías de la Información.

CCMC es una asignatura obligatoria en todos los itinerarios de 1.º de Bachillerato, que comenzó a impartirse en el año 2008/09.

El currículo de esta materia, de tan sólo dos horas a la semana, contempla unidades relativas al conocimiento del universo, evolución y genética, salud, materiales, medio ambiente y la aldea global.

La diversidad de contenidos de CCMC, unido al primer año de la asignatura (y de la docente al mando), presentaba dudas y dificultades, fundamentalmente en el último bloque orientado a la «alfabetización digital» del alumnado.

A partir de una conversación casual entre las profesoras encargadas de las asignaturas de Tecnologías de la Información y CCMC, surgió Reciclatocha, un wiki de residuos y reciclaje. De este modo, se tuvieron en cuenta las competencias análogas del currículo de ambas asignaturas y se decidió realizar una actividad interdisciplinar en el último trimestre del curso.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo la elección de un wiki, por las posibilidades que presenta frente al trabajo en grupo, colaborativo y participativo, así como las interesantes opciones que ofrece esta herramienta de la Web 2.0 al usuario para abordar un tema dado (integrando objetos multimedia, texto, hipervínculos, blog...).

La elección del tema estudio se realizó atendiendo a dos aspectos. En primer lugar, la sensibilización ambiental que a partir del estudio de los residuos, se podía fomentar. En segundo lugar, la facilidad que nos sugería dicha área para distribuir los apartados del trabajo (ver *figura 1*).

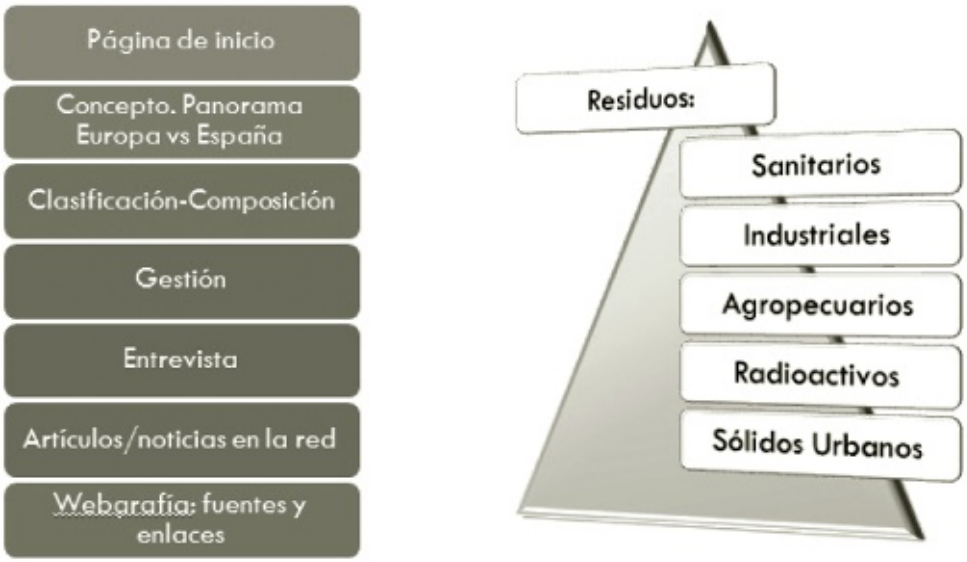


Figura 1. Distribución de los contenidos del wiki.
(*Fuente:* Elaboración propia.)

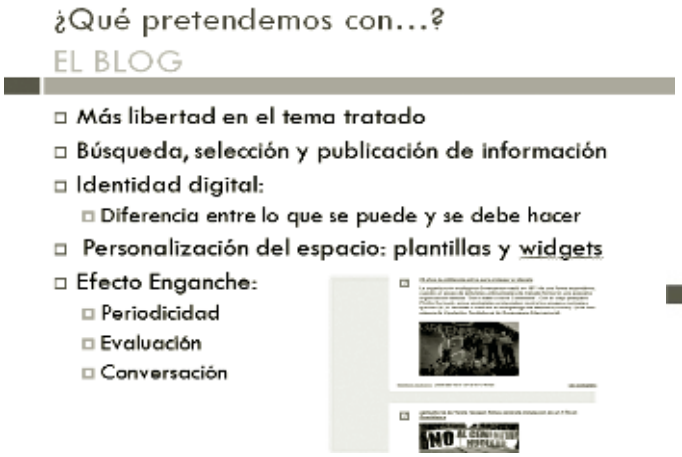
Señalar que todos los alumnos cursaban CCMC, pero no todos daban Tecnologías de la Información, por lo que la manera de organizar el trabajo fue a partir de la elaboración de un único wiki, donde todos los grupos (de 4 personas aproximadamente) tuvieran un tutor (alumno de informática) (ver *figura 2*).



Figura 2. Organización del wiki.
(*Fuente:* Elaboración propia.)

De este modo, la profesora de CCMC se encargaría del seguimiento, orientación y evaluación de los contenidos de residuos y reciclaje, mientras que la profesora de Tecnologías de la Información se ocuparía del formato, guiando el aprendizaje de las herramientas digitales y edición multimedia correspondiente.

Por otro lado, dos actividades presentes en la actividad desarrollada y de gran importancia fueron la entrevista y el blog (ver *figuras 3* y *4*).





Figuras 3 y 4. Aspectos de interés en las actividades centrales.
(*Fuente:* Elaboración propia.)

Para llevar a cabo la evaluación, los alumnos realizaron dos cuestionarios. Uno, en el que se calificaban a sí mismos en diferentes cuestiones relativas a su trabajo y aportación al grupo, y otro cuestionario en el que hacían lo propio con el resto de sus compañeros.

De igual forma y para promover el interés hacia el trabajo de otros grupos, tuvieron que votar las mejores páginas de cada apartado. De esta manera, los grupos seleccionados recibieron el reconocimiento de compañeros y profesores en el salón de actos, donde festejamos nuestro particular *Wikivisión.*

3. RESULTADOS

En la figura que sigue, *Figura 5*, se pueden observar algunos datos relativos al trabajo generado en este wiki.

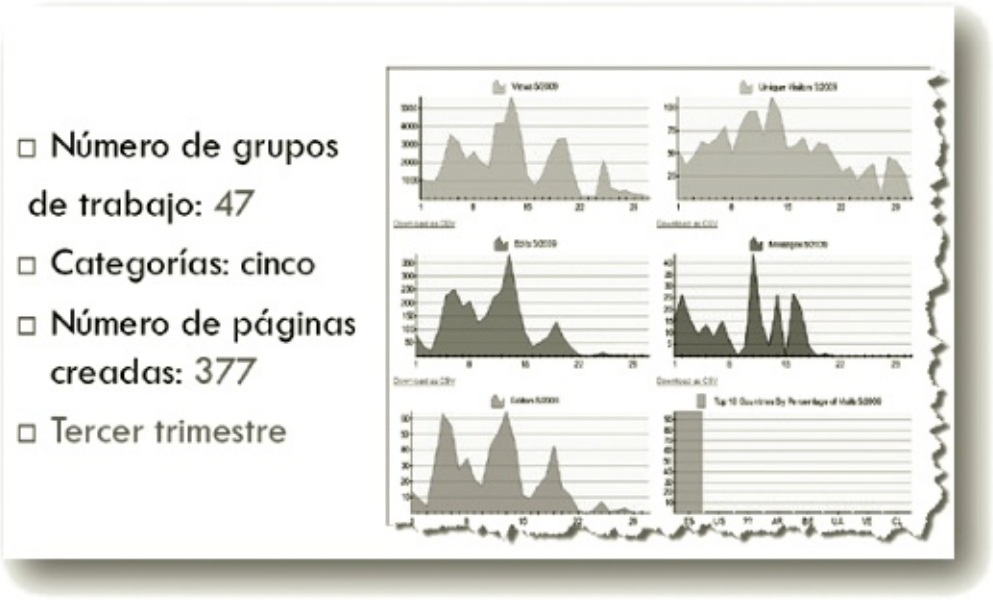


Figura 5. Algunas cifras de interés.
(*Fuente:* Elaboración propia.)

A lo largo del desarrollo de esta experiencia, los alumnos han tenido que superar dificultades propias del trabajo en grupo, así como del interés que les suscitaba cada una de las materias. De igual manera, una de las actividades que mayores complicaciones les planteó fue la realización de la entrevista, si bien, una vez evaluada la actividad, fue una de las mejor valoradas por parte de los alumnos.

Nosotras también hemos tenido que superar diversos inconvenientes, propios de la novedad del proyecto, así como del volumen de alumnos, 198 y, por tanto, la labor de seguimiento y corrección del material creado. Resaltar el «ruido» que los alumnos intentaban crear entre nosotras, lanzando mensajes cruzados. No obstante, señalar que la buena comunicación que hemos mantenido ha sido clave a la hora de sacar adelante este proyecto.

Así mismo, de los 198 alumnos implicados en Reciclatocha, 23 fueron premiados en el Certamen Internacional de Educared del pasado curso.

4. DISCUSIÓN

Reciclatocha, bajo nuestro punto de vista, ha sido una estupenda iniciativa. Los alumnos han sido emisores del conocimiento, no sólo receptores. Han creado sus propios materiales multimedia, y han tenido la autonomía para desarrollar con creatividad y opinión crítica el tema de estudio propuesto.

De igual manera, se ha favorecido la «normalidad digital», esto es, cualquier alumno, al margen de cursar o no Tecnologías de la Información, ha aprendido a editar en wiki, a crear entradas y comentar en blog, a elaborar clips de audio, de vídeo, entre otros.

La herramienta digital se ha visto enriquecida con la adquisición de contenidos. La difusión ambiental se ha visto favorecida con el potente medio utilizado, el wiki.

De esta forma, ambas materias han salido reforzadas a partir de la elaboración de este proyecto y se ha abierto la puerta al desarrollo de nuevas experiencias de mayor envergadura entre las asignaturas de CCMC y Tecnologías de la Información.

AGRADECIMIENTOS

A los alumnos que se implicaron en este proyecto. A Javier Prieto y Begoña Toral.

ENLACES DE INTERÉS

RECICLATOCHA. Wiki de residuos y reciclaje elaborada por los alumnos. http://reciclatocha.wikispaces.com/

AULA ATOCHA. Moodle de Charo Fernández. http://aula.yalocin.com/

CÍRCULOS Y ESFERAS. Wiki de Pilar Ballesteros. http://circulosyesferas.wikispaces.com/

Experiencia conjunta de dos institutos de la Comunidad de Madrid para el estudio de los ecosistemas

Silvia Pérez-Cuadrado Hedström[1],
María Gema González Alonso[2],
María Isabel Martínez Magro[3].

Palabras clave: ecosistema, intercambio educativo, motivación y aprendizaje cooperativo.

Keywords: ecosystem, educational exchange, motivation and cooperative learning.

Resumen

Este trabajo propone el estudio de *Los Ecosistemas*, una de las unidades didácticas del currículo de Ciencias Naturales de 2.º de ESO, utilizando una metodología donde los alumnos son los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La experiencia ha consistido en un intercambio educativo entre dos grupos de dos IES vecinos del noroeste de la Comunidad de Madrid. En primer lugar, los alumnos han preparado una ruta por los ecosistemas más representativos de sus respectivos municipios, y después han sido ellos mismos los que la han enseñado a los alumnos del pueblo vecino.

El resultado ha sido muy satisfactorio porque los alumnos estaban muy motivados, ha aumentado su interés por el conocimiento y defensa del medio ambiente, ha funcionado muy bien el aprendizaje cooperativo y se han creado puentes entre los dos centros educativos.

Abstract

The aim of this meant to present a new approach to the study of *The Ecosystems*, one of the didactic units included in the Science *curriculum* for 2.º ESO. This method involves research and creative spirit and is thought to make the students the main actors of their own learning process.

The experience consisted of an aducational exchange between two nearby Secondary Schools in Northwet Madrid where a group of students representing each school developed a route through the most representative ecosystems in their village and then presented and explained it to the other group.

The results have been satisfactory because of the students were highly motivated, showed an increasing interest in the knowledge and defence of envoromental issues, proved to get involved in a cooperative learning process and created bonds between the two educational centres.

[1] IES Colmenarejo. Carretera de Villanueva del Pardillo, s/n. 28270 Colmenarejo. silsilvestre@yahoo.es

[2] IES Valmayor. C/ La Paz, 99. 28210 Valdemorillo. pigegonz@terra.es

[3] IES Valmayor. C/ La Paz, 99. 28210 Valdemorillo. avoceta27@yahoo.com

1. El comienzo

El azar permitió que al comienzo de este curso escolar nos conociéramos tres profesoras de Biología y Geología de dos institutos de Enseñanza Secundaria vecinos, el IES Valmayor, de Valdemorillo, y el IES Colmenarejo; y como suele ocurrir en estos casos, nos pusimos a intercambiar ideas sobre educación y sobre el funcionamiento de nuestros centros, descubriendo que compartíamos las mismas inquietudes pero que, a pesar de la cercanía, el desconocimiento mutuo de nuestros proyectos era total. Para subsanar este error, se nos ocurrió una idea que nos permitía trabajar conjuntamente y que, además, tenía cabida en el I Congreso de Docentes de Ciencias de la naturaleza.

El IES Valmayor y el IES Colmenarejo son dos institutos públicos situados en el noroeste de la Comunidad de Madrid y apenas separados por el embalse de Valmayor. Aunque el número de alumnos del IES Valmayor casi dobla el del IES Colmenarejo, ambos centros presentan muchas similitudes: en ninguno de estos dos municipios existen centros de enseñanza secundaria privados o concertados, su población inmigrante ronda el 25 %, la principal característica de nuestro alumnado es su heterogeneidad y poseemos un entorno medioambiental privilegiado que incluye diversos ecosistemas: encinares adehesados, pinares, bosques de ribera y humedales, fresnedas, pastizales y retamares, cuevas y oquedades y los cada vez más escasos cultivos.

El estudio de los ecosistemas es una unidad didáctica del currículo de Ciencias de la naturaleza de 2.º de ESO en la que se abordan, entre otros, los siguientes contenidos: conceptos de biosfera, ecosfera y ecosistema; componentes de un ecosistema; influencia de los factores bióticos y abióticos; papel de los organismos productores, consumidores y descomponedores en los ecosistemas; realización de indagaciones sencillas sobre algún ecosistema del entorno y estudio de los ecosistemas característicos de nuestra comunidad autónoma.

Las autoras de esta ponencia estamos convencidas de la importancia de que la enseñanza de las Ciencias Naturales se desarrolle lo más posible fuera del aula y llevamos muchos años saliendo con los alumnos al campo, pero, en algunos aspectos, siguen siendo actividades rutinarias en las que el profesor hace de guía, de transmisor del conocimiento.

El desarrollo de la unidad didáctica anteriormente mencionada nos permitió trabajar de una manera innovadora. Partimos de una idea muy sencilla que consistía, básicamente, en que dos grupos de alumnos de 2.º de ESO de ambos centros planificaran y desarrollaran una ruta por algunos de los ecosistemas más representativos de su propio municipio y que, además, fueran ellos mismos los que se encargaran de llevarla a cabo y de explicar los contenidos trabajados en la misma al grupo de alumnos del pueblo vecino. El resultado fue un trabajo motivador que empleaba una metodología innovadora, de investigación y creación, participativa y adecuada a los diferentes ritmos de aprendizaje.

1.1. Objetivos de la experiencia

Con esta experiencia pretendíamos alcanzar los siguientes objetivos:

- Conocer y valorar el entorno natural de nuestros pueblos, pertenecientes al Parque Regional del Curso Medio del Río Guadarrama.
- Construir aprendizajes significativos al estudiar sobre el terreno más cercano los contenidos trabajados en el aula.
- Atender a la diversidad de nuestro alumnado a través del desarrollo de distintas actividades.
- Favorecer el aprendizaje entre iguales, tanto a nivel de alumnos como de profesores.
- Promover o mejorar la participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollar la motivación de nuestros alumnos.

- Trabajar las competencias básicas. Esta experiencia permitió desarrollar de manera concreta seis de las ocho competencias básicas que identifica la Unión Europea y que recoge el currículo escolar:
  - La competencia en comunicación lingüística se trabajó a través de la realización de los cuadernos de campo y de las exposiciones orales de los alumnos.
  - La competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico supusieron uno de los objetivos de este proyecto, que se centra en la interacción con el entorno natural.
  - La competencia social y ciudadana se concretó en el acercamiento a los valores naturales de los pueblos y en la adquisición de conductas de defensa del medio ambiente.
  - La competencia cultural y artística se fomentó a través de la realización de dibujos artísticos de motivos naturales para el cuadernillo de campo.
  - Las competencias para aprender a aprender y de autonomía e iniciativa personal supusieron el segundo pilar de esta experiencia, ya que los alumnos adoptaron el papel de protagonistas de su propio aprendizaje.

2. Desarrollo de la experiencia

Ya teníamos una idea que ilusionó tanto a profesores como alumnos. Sólo faltaba ponerse manos a la obra.

2.1. Estudio de los ecosistemas en el aula

La primera y necesaria fase de nuestra experiencia fue adquirir los contenidos teóricos necesarios para desarrollar posteriormente el trabajo de campo: concepto y componentes de un ecosistema, papel de los organismos en los ecosistemas (productores, consumidores y descomponedores), cadenas y redes tróficas, influencia humana en los ecosistemas, etc. Hicimos hincapié en el estudio de los ecosistemas presentes en nuestro entorno y los alumnos eligieron aquellos que querían mostrar al instituto vecino.

2.2. Preparación de las sendas

El IES Valmayor se decantó por el estudio de dos ecosistemas: el encinar adehesado y las cuevas y oquedades.

El encinar adehesado es la comunidad vegetal dominante en el término de Valdemorillo y nuestra dehesa comunal es un buen ejemplo de la misma. Nos fue muy útil consultar el libro *Flora Natural de Valdemorillo* (Gómez Fernández, Losa Araújo, 2005) y guiados por nuestras profesoras nos fuimos al campo, pero esta vez el trabajo no estaba hecho, nosotros, los alumnos, teníamos que decidir itinerarios y actividades. Queríamos que nuestro cuadernillo estuviera repleto de ellas, para que resultara dinámico y atractivo. Incluimos actividades sobre el sustrato granítico que predomina en la zona, sobre el uso tradicional de las encinas, redes tróficas con los organismos característicos de este ecosistema, referencias a la ZEPA de los encinares de los ríos Alberche y Cofio por donde discurría parte de nuestro recorrido y descubrimos conceptos nuevos como orlas espinosas, majanos o muros secos.

Para terminar la visita a Valdemorillo podíamos haber elegido otros lugares, pero finalmente nos decidimos por un punto de especial interés geológico y que es una de las razones que explican la riqueza de nuestro medio natural: la existencia, en medio de un sustrato granítico, de masas de areniscas, arcillas y caliza. La lectura del libro *Itinerarios Geológicos de la Comunidad de Madrid* (Díaz-Martínez, Rodríguez Aranda, 2008) nos descubrió que hace más de 80 millones de años esta zona estaba ocupada por amplias playas y marismas, con un mar poco profundo y un clima tropical. En la lejanía, más de 100 km al oeste, se veían los pequeños relieves que quedaban de la erosión de una antigua cordillera y hacia el este, el ancho océano. En este tipo de ambiente, se acumularon las arenas y arcillas procedentes del lejano oeste, y las calizas a partir de la precipitación de las sales presentes en el agua. Hicimos hincapié en que la presencia de la caliza origina suelos totalmente distintos y, por tanto, cambia la vegetación, y optamos por

centrar la visita en las cuevas que abundan en la zona y que son los vestigios dejados por unas antiguas minas que explotaba la principal industria en la historia de Valdemorillo, la sociedad de Aulencia, Falcó y Cía., fundada en 1845 y que fabricaba cal, ladrillos refractarios y lozas.

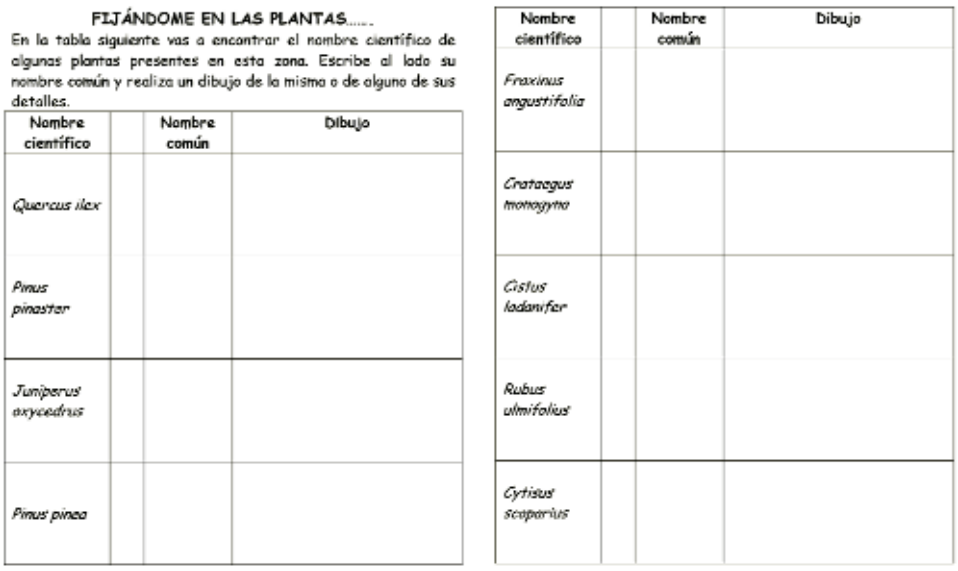
El IES Colmenarejo se centró en una ruta que terminaba en el embalse de Valmayor, situado sobre el río Aulencia, que es una de las principales zonas húmedas de la Comunidad de Madrid y que une nuestros dos municipios. Presenta una vegetación de ribera bien conservada y numerosas aves acuáticas. Además de estudiar un ecosistema acuático, la visita se completó con el recorrido desde el IES hasta el pantano y que decidimos que discurriera por una de las numerosas vías pecuarias que surcan nuestro municipio y que nos sirvió de excusa para hablar de trashumancia y de corredores ecológicos. A lo largo de nuestro recorrido, nos centramos en el impacto humano sobre los ecosistemas: vallas ilegales, aves electrocutadas en tendidos y postes eléctricos, especies introducidas, construcciones ilegales y circulación con vehículos motorizados por las vías pecuarias, etc. Para no quedarnos con tan mal sabor de boca ideamos un juego de olores que consistía en probar si alumnos voluntarios eran capaces de identificar con los ojos cerrados las plantas aromáticas, romero, tomillo, cantueso, que íbamos encontrando en nuestro camino.

2.3. REALIZACIÓN DE LOS CUADERNILLOS DE CAMPO

Una vez realizadas las salidas a los lugares elegidos, volcamos todas nuestras ideas en sendos cuadernillos de campo que realizamos con ayuda del libro *Sendas Ecológicas* (FRUTOS *et al.,* 1996). Los cuadernillos presentaban un esquema similar con los siguientes apartados: presentación, plano general y croquis detallado de la senda, aspectos generales sobre flora y fauna, desarrollo de preguntas y actividades y espacio libre para anotaciones, pensamientos y reflexiones.

Uno de los aspectos más destacados es que nosotros, los alumnos, nos convertimos en artistas y de nuestras manos nacieron zorros, conejos, cigüeñas negras y un sinfín de animales representativos de nuestra fauna. En el caso del IES Valmayor, y dadas las pobres habilidades artísticas de nuestras profesoras de Ciencias de la naturaleza, contamos con la ayuda de Rut Pérez Polo, profesora de Educación Plástica y Visual.

No nos resistimos a mostraros algunas de imágenes y actividades que incluyen nuestros cuadernos (ver *figuras 1* y *2*).



FIJÁNDOME EN LAS PLANTAS.....

En la tabla siguiente vas a encontrar el nombre científico de algunas plantas presentes en esta zona. Escribe al lado su nombre común y realiza un dibujo de la misma o de alguno de sus detalles.

Nombre científico		Nombre común	Dibujo
Quercus ilex			
Pinus pinaster			
Juniperus oxycedrus			
Pinus pinea			

Nombre científico		Nombre común	Dibujo
Fraxinus angustifolia			
Crataegus monogyna			
Cistus ladanifer			
Rubus ulmifolius			
Cytisus scoparius			

Figura 1. Ejemplo de actividad incluida en los cuadernillos de campo.



Figura 2. Dibujo de una de las aves más emblemáticas de nuestra fauna realizado por nuestro alumno Zakaria Chahid.

2.4. Nos visita el pueblo vecino

Y por fin llegó el día deseado, nos visitaban nuestros vecinos, a los que, orgullosos, íbamos a mostrar nuestro medio natural. Los primeros anfitriones fueron los alumnos del IES Valmayor que, nerviosos, estuvieron ensayando hasta que a las 9:30 horas aparecieron los compañeros de Colmenarejo. Nos montamos en el autobús que traían, tímidos y hechos un manojo de nervios, y nos dirigimos a la dehesa comunal. Una vez allí, una compañera nos ofreció una introducción general sobre la dehesa, otra se atrevió a recitar un poema, les repartimos los cuadernillos de campo que habíamos elaborado y, por último, nos dividimos en equipos de trabajo mixtos que habían sido determinados previamente por nuestras profesoras. Reinaba el silencio, pero… duró poco tiempo. Repetimos el mismo esquema en la zona de cuevas y oquedades. Fue una jornada de trabajo intensa y emocionante y, al final de la jornada, ya no éramos únicamente vecinos, estábamos empezando a hacernos amigos.

Luego nos llegó el turno a los de Colmenarejo, ya nos conocíamos y nuestro comportamiento, cosas de la confianza, no fue tan ejemplar. Sin embargo, la excursión fue muy gratificante. Esta vez íbamos la mayor parte del tiempo en gran grupo, puesto que se trataba de un recorrido de 6 km, pero también repetimos los esquemas de trabajo en pequeño grupo de nuestra visita a Valdemorillo. Como habíamos aprendido de los errores de nuestros compañeros, nuestras explicaciones fueron más breves e incluimos más actividades lúdicas.

3. Valoración general

La experiencia que hemos descrito parte de una idea humilde pero que, creemos, nos ha permitido conseguir gran parte de los objetivos que nos planteamos al principio de este trabajo.

Para lograr el éxito en su realización consideramos que ha habido dos factores clave: la correcta planificación de las rutas, que ha evitado que los contenidos se solaparan, y la creación de equipos de trabajo adecuados, compatibles, que exige un conocimiento previo de los alumnos.

Consideramos que nuestro principal logro ha sido conseguir motivar a los alumnos al convertirles, esta vez sí, en auténticos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje. El saber que tenían que enseñar a sus iguales les hizo valorar su entorno, sintiéndose orgullosos del mismo, les hizo estudiar más que nunca (aunque sólo fuera por miedo escénico) y, al no trabajar con caminos y cuadernillos de campo elaborados por el profesor, fomentamos su labor investigadora y creativa.

Durante las visitas, el comportamiento de los alumnos fue ejemplar, mucho mejor, sin duda, que el que suelen tener en el resto de salidas complementarias y extraescolares. Creemos que en este punto ha jugado a nuestro favor el aprendizaje cooperativo, aspecto en el que pretendemos seguir investigando.

La experiencia también ha permitido, y con esto no contábamos, crear vínculos afectivos entre nuestros alumnos, que explican parte del éxito de la misma, y tender puentes, nunca mejor dicho, entre dos centros a los que únicamente separa un pantano.

Para terminar, queremos hacer referencia a la presentación que nuestra compañera Silvia Pérez-Cuadrado hizo de esta experiencia el pasado 17 de abril. En un momento de la misma mostró una foto de unos alumnos trabajando plácidamente en el campo. Uno de ellos era autista. Ninguno de los asistentes al congreso pudo reconocer cuál. Este grado de integración y armonía no lo habíamos logrado jamás en el aula y recompensa con creces el esfuerzo realizado.

4. Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero reconocimiento a los agentes forestales de la zona, que nos acompañaron durante parte de nuestros recorridos y nos enseñaron los secretos de estos caminos que ellos se encargan de proteger día tras día.

Bibliografía

Díaz-Martínez, E. y Rodríguez Aranda, J.P. (2008), *Itinerarios Geológicos en la Comunidad de Madrid*, Madrid, Ed. Instituto Geológico y Minero de España, pp. 153-156.

Frutos, J.A. de, Moreno, A., Soto, R. Y Contreras, R.M. (1996), *Sendas Ecológicas. Un recurso didáctico para el conocimiento del entorno*, Ed. CCS.

Gómez Fernández, J.R. y Losa Araújo, C (2005), *Flora Natural de Valdemorillo*, Madrid, Ed. La hoja del monte.

La evolución biológica en los libros de texto de Educación Secundaria y Bachillerato. Situación actual

Óscar Barberá Marco[1],
José María Sanchis Borrás[2],
Cristina Sendra Mocholí[1]

Palabras clave: Evolución, libros de texto, errores conceptuales, currículo, ilustraciones.

Keywords: Evolution, textbooks, misconceptions, curriculum, illustrations.

Resumen

Este artículo explora la situación actual de la evolución biológica en el sistema educativo español tal como se presenta a través de los libros de texto de los niveles de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. En general, el tratamiento que recibe la teoría de la evolución no se corresponde con su importancia en los distintos ámbitos del saber. Los libros estudiados de distintas editoriales abordan la evolución biológica de forma muy diversa y, en la mayoría de casos, mostrando importantes deficiencias. Es muy conveniente que mejoren, sobre todo en la presentación y descripción de los conceptos evolutivos clave, así como también a la hora de mostrar y esclarecer las relaciones que existen entre ellos y la teoría de la evolución, y su papel dando forma al pensamiento evolutivo.

Abstract

This article explores the current situation of biological evolution theory in the spanish educational system, by examining 44 secondary level textbooks. Usually, the treatment received by the topic does not reflect properly its relevance for various fields of knowledge. The approaches used to explain biological evolution in textbooks are quite diverse and, in most cases, show important deficiencies. Some drastic improvements are needed, both: broadening the range of key evolutionary concepts included, and addressing them in a more accurate way. It is necessary to describe their relationships and their role as evolutionary thinking shapers.

1. Introducción

En las últimas décadas se han publicado numerosos artículos que investigan algunos de los principales obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica, y que proponen estrategias para facilitarlo. Estos trabajos son de gran relevancia ya que, a pesar del tiempo transcurrido desde la publicación de la primera

[1] Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials. Escola de Magisteri de la Universitat de València Estudi General.

[2] Departament de Biologia i Geologia. IES Les Alfàbegues. Bétera (Valencia). sanbojo@alumni.uv.es

edición de *El origen de las especies* (1859) por Charles Darwin, continúa vigente la necesidad de análisis de los problemas que siguen dificultando el acceso y la comprensión de la evolución biológica a estudiantes de todos los niveles educativos.

El presente trabajo explora la situación actual de la evolución biológica en el sistema educativo español, y para ello utiliza su representación en los libros de texto de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Pone de manifiesto las peculiaridades que presenta el tratamiento de la teoría de la evolución biológica en comparación con el recibido por otras teorías científicas como la teoría celular, la teoría microbiana de las enfermedades infecciosas o la teoría genética de la herencia biológica. También aporta una breve revisión de trabajos recientes sobre la evolución biológica y algunos de sus conceptos básicos en el ámbito educativo. Analiza las distintas propuestas que abordan la evolución biológica en los distintos libros de texto a la luz proporcionada por los resultados de la investigación didáctica en Biología. Por último, propone algunas estrategias que presume que pueden ayudar a mejorar la situación actual del tratamiento educativo de la teoría de la evolución biológica en nuestros sistemas educativos.

2. La controvertida teoría de la evolución biológica

Como preámbulo a las celebraciones del Año Darwin en 2009, en los últimos años se han publicado numerosas estadísticas que revelan la existencia de enormes fracciones de la población de cualquier país, tanto de los más desarrollados del primer mundo como de los menos del denominado tercero, incapaces de aceptar las apabullantes evidencias de la evolución biológica. En la revista *Science* se publicaron los resultados de un estudio sobre la aceptación de la evolución biológica en 34 países *(Tabla 1)*; los niveles de aceptación mayores correspondieron a los países del norte de Europa, mientras que los más bajos fueron para Estados Unidos y Turquía: aproximadamente un 40% de la población estadounidense y más del 50% de la turca rechaza de plano la evolución biológica (Miller, *et al*., 2006).

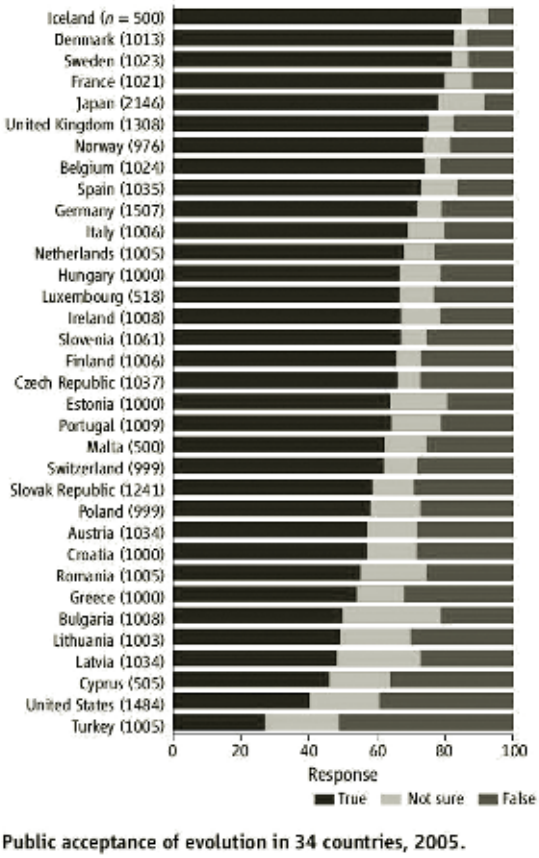
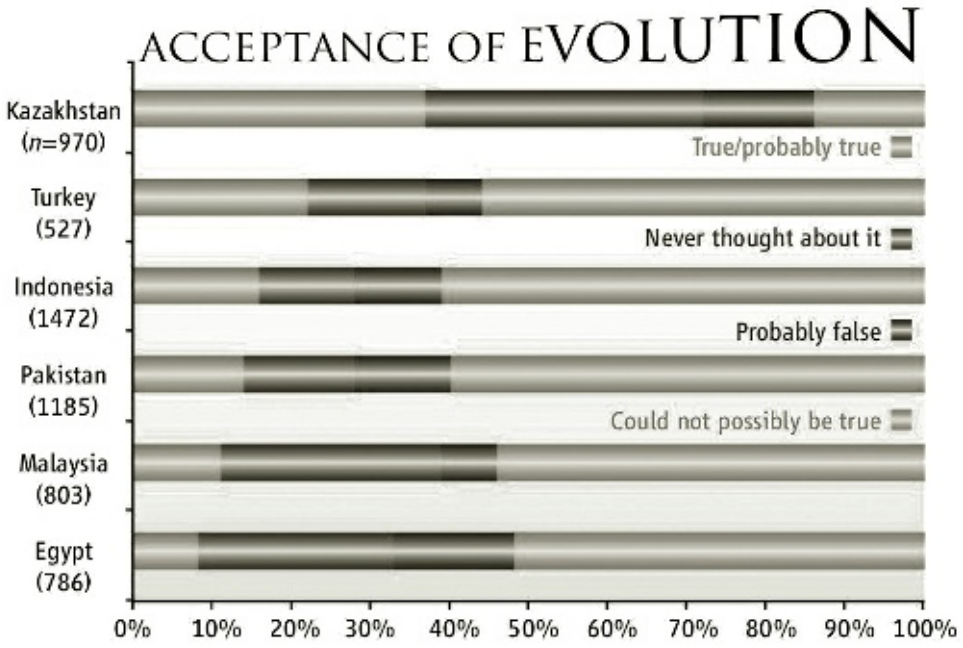


Tabla 1. Aceptación pública de la evolución en 34 países; datos recogidos en 2005 (Miller *et al*. 2006)

Evidentemente, no hay una causa única capaz de dar cuenta de este rechazo de sectores tan amplios de la población, y en el mismo trabajo se muestran los coeficientes de correlación de algunos de los factores potenciales con la actitud hacia la evolución biológica de la población de Estados Unidos y de nueve países europeos, entre ellos, España. Ninguna sorpresa: el mayor coeficiente de correlación lo exhiben las creencias religiosas. Es decir, es más probable que una persona con creencias religiosas rechace la evolución biológica que una no creyente. Esta probabilidad llega a duplicarse en la población de los Estados Unidos comparada con la de los países europeos estudiados, llegando a alcanzar un coeficiente de –0,42. Un trabajo (Hameed, 2008) similar sobre la población de seis países de mayoría religiosa musulmana corrobora el importante papel de este factor, a la vez que muestra el elevadísimo rechazo a la evolución biológica en amplios sectores de su población *(Tabla 2)*.



Acceptance of evolution in six Muslim countries. The data were gathered from 1996 and 2003, as part of a study of religious patterns in Muslim countries (*8*). The number of participants for each country is given in parentheses.

Tabla 2. Aceptación pública de la evolución en seis países musulmanes; datos recogidos entre 1996 y 2003. El número de participantes de cada país se da entre paréntesis (Hameed, 2008)

Esta peculiar situación de la teoría de la evolución en los asuntos relacionados con su apreciación social la podemos reconocer también en un hecho editorial: de todas las teorías científicas que se han mostrado ampliamente corroboradas por innumerables e incontestables evidencias, sólo se siguen escribiendo y publicando libros sobre evolución, y muchos precisamente a lo largo de este último Año Darwin; se trata de libros enteramente dedicados a reunir, una y otra vez, pruebas a favor, o en contra, de la teoría de la evolución biológica. En cambio, en otras celebraciones de similar jaez –que también recuerdan sus efemérides con ediciones especiales sobre sus autores y sus obras, con exposiciones de los métodos utilizados o sobre los lugares originales que dieron a luz los avances científicos, con reuniones científicas especializadas, etc.– ya a nadie se le ocurre perder el tiempo escribiendo o leyendo literatura divulgativa dedicada a reunir o a refutar las evidencias a favor de la existencia de los átomos, del papel de los microorganismos en algunas enfermedades, de la teoría celular o de la teoría cromosómica de la herencia.

Otra muestra de esta consideración social tan especial de la teoría de la evolución es lo tremendamente costoso y difícil que resulta mantenerla en los programas de los sistemas educativos estatales. No es aquí lugar para recordar los numerosos ejemplos de argucias legales que desde el caso Scopes de 1925 han proporcionado algunos de los Estados Unidos de América. Pero no queremos dejar de decir que autoridades, entre las que se encuentran ministros de educación, parlamentarios, incluso presidentes, de países como el nuestro, Italia, Alemania, Serbia, Polonia, Argentina, Turquía, Portugal, Brasil, Rusia, China, Holanda, Chile, Francia, Inglaterra y tantos otros, han venido prescribiendo, desde el último cuarto de siglo XIX hasta hoy mismo, la desaparición total o parcial de la teoría de la evolución de los currículos escolares que supuestamente estaban bajo su égida (Numbers, 1982; Swetz, 1986; Bizzo, 1994; Barberá *et al.*, 1999a; Barbera *et al.*, 1999b; Gvirtz *et al.*, 2001; Holden, 2004; Tidon y Lewontin, 2004; Enserink, 2005; Holden, 2007; Holden, 2009).

Ante este panorama, no pueden sorprendernos los resultados obtenidos en estos sondeos de población. El estudio de las correlaciones en busca de explicaciones a este fenómeno reveló que no existe correlación alguna entre el nivel de estudios y la actitud hacia la evolución en la población estadounidense; es decir, el nivel educativo de un ciudadano de los Estados Unidos de América no permite predecir nada en absoluto acerca de cuál puede ser su actitud ante las evidencias de la evolución biológica. Antes de claudicar ante la tentación fatalista de concluir que la educación resulta inútil para revertir este fenómeno creacionista tan anti-intelectual, valoremos otra hipótesis explicativa: la razón fundamental de este resultado es que la mayor parte de los estudiantes de los sistemas educativos estadounidenses, y esto puede hacerse extensivo a otros muchos países, incluido el nuestro, no han abordado en su educación, o bien lo han hecho deficientemente, el estudio de la evolución biológica.

El paleontólogo y evolucionista Georges Gaylord Simpson describió magníficamente esta situación hace ya casi medio siglo, en 1961, y sus palabras siguen desafortunadamente vigentes:

> *Supón que el principio más general y básico de una ciencia se conoce desde hace más de un siglo y que desde entonces se ha convertido en el fundamento principal para la comprensión y la investigación de los científicos de ese campo. Es lógico que asumas que todos considerarían ese principio parte esencial de la disciplina, incluso aquellos que no posean más que un conocimiento superficial de esa ciencia. Obviamente, en todas partes sería enseñado como fundamental para la ciencia en cualquier nivel educativo. Si crees que esto es así en biología, estás equivocado.* (Simpson, 1961).

3. Investigación educativa y evolución biológica

La investigación en didáctica de la Biología es una herramienta imprescindible para abordar una situación tan lamentable. Si bien la misma investigación didáctica también es blanco del sesgo cultural negativo sobre la evolución, ya que las investigaciones sobre la evolución biológica están infrarrepresentadas si consideramos su relevancia, sí ha conseguido acumular un conjunto de evidencias sobre los problemas de aprendizaje a los que se enfrentan los esquemas explicativos de la teoría. Son muchos los estudios que reúnen los errores conceptuales más habituales y los esquemas alternativos de comprensión que muestran los profesores, los estudiantes y los currículos y manuales escolares de muchos países, y en todos sus niveles educativos (Kampourakis y Zogza, 2007; Puig y Jiménez Aleixandre, 2009; Gregory, 2009).

Este conocimiento ha permitido conocer algunos obstáculos que dificultan su aprendizaje, y también ha permitido clarificar las definiciones de muchos conceptos básicos utilizadas por los docentes y los manuales, así como las maneras de abordar sus relaciones. Concepciones alternativas como el antropocentrismo y la intencionalidad, relacionadas con una concepción teleológica de la naturaleza, en la que una voluntad impulsa el proceso de cambio hacia la perfección y en el que nuestra especie se encuentra en la cumbre de dicho proceso, son muy comunes entre el alumnado, el profesorado y la población en general, y resultan difíciles de superar, probablemente como consecuencia de nuestra propia herencia cultural.

También son muy corrientes errores conceptuales que conducen a la creencia en una herencia blanda con transmisión a la descendencia de características que el individuo adquiere a lo largo de su vida; o la importancia del uso y desuso de los órganos en los cambios que se producen en los seres vivos; o las concepciones esencialistas y tipológicas de las especies, que suelen ser descritas con individuos tipo que determinan las características específicas e impiden el reconocimiento de la variación intraespecífica, estrechamente ligada al proceso de selección natural. También es muy corriente, en el empeño de la mala pedagogía, comparar como si de un concurso de ideas se tratase las de Darwin y las de Lamarck, asignándoles formulaciones que nunca profesaron o forzando que asuntos poco relevantes sean elevados a la categoría de componentes esenciales de sus ideas.

Algunas investigaciones ponen de manifiesto la necesidad de una buena formación del profesorado, y de sus análisis se concluye que es posible así erradicar una parte considerable de las concepciones alternativas causantes de los errores conceptuales. No obstante, si bien la mejor formación recibida mejora la capacidad del profesorado para abordar con éxito la enseñanza de la evolución biológica, no aumenta su predisposición a incluir este tema en clase, lo que vuelve a poner de manifiesto la relación estrecha entre creencias religiosas y rechazo a la evolución biológica. (Nehm y Schonfeld, 2007; Nehm y Schonfeld, 2008)

4. Sistemas educativos, libros de texto y evolución biológica

En los reales decretos en vigor que establecen las enseñanzas mínimas para los sistemas educativos españoles, la evolución biológica no se menciona explícitamente hasta el 4.º curso de la Educación Secundaria, en la asignatura denominada «Biología y Geología», que además tiene carácter opcional para los estudiantes; esto implica que puedan terminar su etapa de estudios obligatorios sin siquiera haber oído o leído nada acerca de la evolución biológica en su escolarización. Así pues, la educación obligatoria que reciben los españoles hasta los dieciséis años de edad permanece ajena al estudio de los seres vivos desde una perspectiva evolucionista.

En el Bachillerato la situación no mejora demasiado. La evolución se ha eliminado en la asignatura «Biología y Geología» de 1.er curso, y ha sido realojada en una nueva asignatura común a todas las modalidades del bachillerato, «Ciencias para el Mundo Contemporáneo»: ésta incluye el estudio de la evolución biológica en el apartado titulado «Nuestro lugar en el universo», compartiendo protagonismo con la astronomía y la tectónica de placas. No vuelve a aparecer en ninguna otra asignatura, con lo que el tratamiento en la etapa educativa propedéutica puede calificarse de somero y poco ambicioso en el objetivo de proporcionar una cosmovisión acorde con los conocimientos científicos actuales.

Las evidencias que pueden dar cuenta de parte de todos estos extraños y sesgados comportamientos sociales para con la evolución biológica pueden encontrarse en el registro fósil de los sistemas educativos, es decir, en sus currículos oficiales y en sus libros de texto. En este trabajo nos hemos dedicado a excavar los estratos más superficiales de nuestro suelo educativo, recuperando información de los ejemplares más recientes de los libros de texto escolares en activo en los actuales sistemas educativos del Estado español. La importancia de los libros de texto en el proceso de enseñanza-aprendizaje es indudable, ya que un elevado porcentaje del profesorado los utiliza durante la mayor parte del tiempo de clase como elemento principal. Su utilización supone además la posibilidad de rastrear la genealogía de determinadas concepciones alternativas que han sido difundidas a través de generaciones de estudiantes con los libros de texto y los profesores como agentes activos de su propagación (Berzal de Pedrazzini y Barberá, 1993; Jiménez Aleixandre, 1994; Rutledge y Warden, 2000; Berzal de Pedrazzini, 2001; Griffith y Brem, 2004; Crawford *et al.* 2005; Jiménez Tejada, 2009).

Para analizar la forma en la que la teoría de la evolución biológica es presentada en los libros de texto, hemos construido un esquema básico de sus conceptos y procesos, y de algunas de las relaciones entre

ellos, y con él hemos confrontado la información extraída de los diferentes manuales. Hemos elegido como arquitecto principal para este esquema básico al biólogo más influyente del pasado siglo, Ernst Mayr, que esquematizó las observaciones e inferencias de la teoría de Darwin en varios de sus libros (Mayr, 1991; Mayr, 2004). Tomando sus planos como referencia, hemos cotejado la exposición que de la evolución aparece en los distintos manuales escolares de las principales editoriales de libros de texto españolas. Además, también hemos estudiado la situación del tema de evolución biológica en la estructura de los textos, la presencia en él de determinados términos, las ilustraciones que incluyen y los científicos que citan.

Los resultados del estudio son desalentadores. Son muchos los libros de texto que no incluyen en su esquema evolutivo conceptos absolutamente fundamentales para su comprensión; también muchas de las relaciones entre conceptos están ausentes o se muestran de forma confusa o incluso errónea, lo que dificulta sobremanera el aprendizaje de los principios básicos de la evolución biológica. Y todo esto en aquellos textos que, respetando los currículos, incluyen la teoría evolutiva, ya que no son pocos los libros que ignoran las directrices y prescinden del tratamiento de la evolución biológica en sus páginas.

Señalamos a continuación algunas de las carencias detectadas en el análisis:

- Uno de los conceptos básicos para la compresión de la evolución, el concepto de especie, se trata en relación con la reproducción, pero no se relaciona con el concepto de población.
- Raramente se señala la variabilidad genética que proporciona la reproducción sexual.
- La adaptación se trata como ajuste al medio en el que viven los seres vivos y se presenta como una respuesta ante una provocación del medio, sin mostrar relación alguna con procesos evolutivos tales como la variabilidad, la especiación e, incluso, la selección natural.
- Se favorece la percepción errónea de que los seres vivos se encuentran perfectamente adaptados al medio en el que viven.
- La extinción, cuando aparece, se trata principalmente como una falta de adaptación al medio: la extinción la han sufrido aquellas especies que no han sido capaces de adaptarse al medio. En cambio, sí se considera la extinción causada por la actividad humana y la amenaza que supone la pérdida de biodiversidad del planeta, lo que no es congruente con la formulación de extinción debida a la incapacidad de adaptación al medio.
- La biodiversidad se aborda únicamente desde la perspectiva interespecífica, dejando ignota la variación intraespecífica.
- La diversidad de especies se aborda desde una clasificación que sigue el modelo de la historia natural, presentando de forma tipológica y esencialista los objetos clasificados, ya sean especies, familias, clases o filos, y ordenados en una escala de complejidad que no es más que una réplica actual de la medieval escalera hacia la perfección, la *scala natura*e.
- El árbol de la vida que aparece representado en los libros de texto proporciona un punto de vista finalista con el ser humano (el hombre) en la copa del árbol (en la cumbre de todos los seres vivos). Los seres vivos de la parte inferior representan formas menos evolucionadas y los de la parte superior las más evolucionadas y, por tanto, más perfectas.
- Las extremidades de los mamíferos aparecen representadas en varios libros de texto como ejemplo de la adaptación a diferentes formas de vida y de locomoción, pero no se aprovecha para señalar que supone una evidencia del origen común de los animales a las que pertenecen. Además, las ilustraciones refuerzan la idea de que el ambiente induce al cambio al utilizar expresiones como «para coger objetos», «para volar», «para nadar» o «para correr» *(figura 1)*.

De otras ilustraciones (*figuras 2* y *3*) se extrae la conclusión de la existencia de una evolución lineal asociada a la idea de progreso y a la superioridad de la forma más moderna.

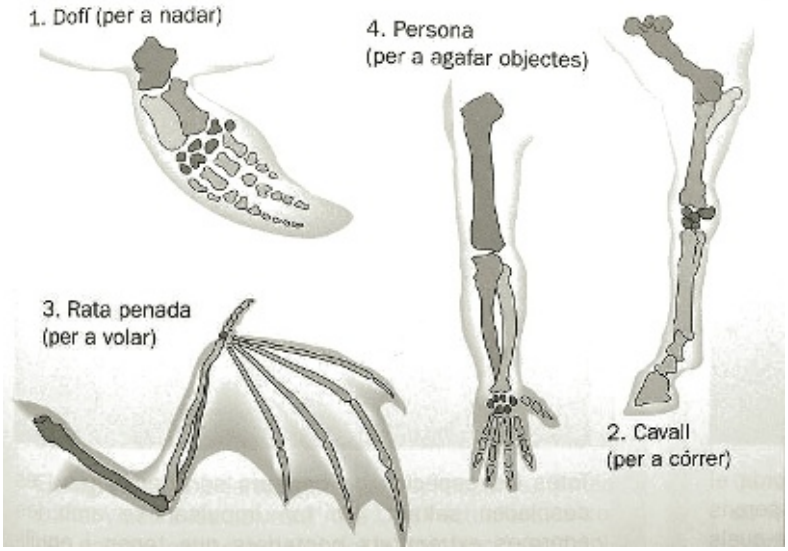


Figura 1. Órganos homólogos. Ciències naturals, 1.er curso de ESO. Ed. Anaya, 2007.



Figura 2. Serie filogenética del caballo. Biología y Geología. 4.º curso de ESO. Ed. Oxford, 2008.

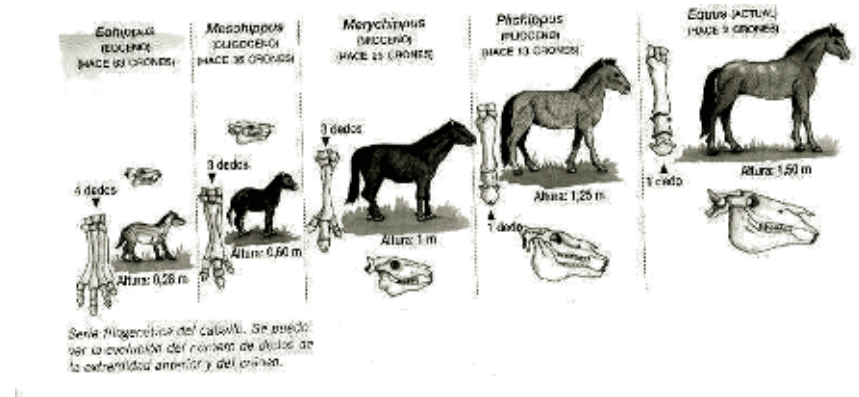


Figura 3. Serie filogenética del caballo. Biología y Geología. 4.º curso de ESO. Ed. Everest, 2008.

En el caso del ser humano ocurre lo mismo. Estas imágenes, que permanecen en la memoria del alumnado, traen consigo el que semejante concepción errónea perdure en el subconsciente colectivo y sea utilizada en diversos ámbitos como libros, publicidad e incluso humor *(figura 4)*. Todos hemos encontrado en numerosas ocasiones en la prensa una cadena lineal de diversas especies que conducen de forma progresiva a nuestra actual especie o a diversas formas más o menos modificadas de la misma.



Figura 4.

Un lugar común de muchos de estos libros de texto es abordar la teoría de la evolución desde un enfoque historicista, que a la postre acaba resultando una caricatura llena de incorrecciones de brevísimas y sesgadas biografías de una serie de personajes relevantes en la historia de la biología: Linneo, Lamarck, Darwin, Spencer, Mendel, de Vries, Huxley, etc. Algunos textos van incluso más allá añadiendo cierto afán enciclopedista, y a las inexactitudes comunes añaden otras referidas a científicos como Gould, Eldredge, Kimura, Wilson o Margulis. Este enfoque historicista es único, como tantas cosas, en el tratamiento educativo de la teoría de la evolución, ya que no se utiliza para ilustrar otras teorías científicas, incluidas las biológicas. Lo habitual es presentar las evidencias que corroboran las teorías científicas y no un deficiente recorrido histórico utilizando algunas de las ideas mantenidas por los personajes que forjaron su historia, a veces incluso falseadas. Es como si los autores de los libros de texto hiciesen dejación de su responsabilidad personal de exponer adecuadamente las pruebas fehacientes en las que la evolución biológica se basa, y dejasen esa responsabilidad en una especie de voz 'en off' procedente del pasado, que va desgranando lo que otros han ido estableciendo acerca de esta controvertida teoría.

Lo más pernicioso de este enfoque pretendidamente historicista no es la pésima presentación de la historia de las ideas sobre la evolución biológica, sino que ocupa el espacio que los libros de texto deberían destinar a la exposición y estudio de los conceptos y procesos más relevantes del hecho evolutivo, así como de sus relaciones y de las pruebas que lo corroboran, cuyo tratamiento está definitivamente ausente o es muy deficitario.

Otro lugar común de muchos de los manuales escolares cuando abordan la teoría de la evolución es su adscripción al relativismo cultural, otorgando espacio inmerecido en los textos a explicaciones absolutamente carentes de sentido científico. Stephen Jay Gould relató en uno de sus magníficos artículos para la revista *Natural History* que quedó entristecido y preocupado cuando hojeando un libro de texto de su hijo encontró el siguiente párrafo:

> *La teoría de la evolución es la explicación científica más ampliamente aceptada del origen de la vida y de los cambios en los seres vivos. Puedes querer investigar otras teorías.* (Gould, 1991).

Este tipo de invitaciones nunca aparece en los libros de texto para introducir otras teorías científicas bien establecidas; en ningún libro de texto se leen declaraciones del tipo «si bien la mayoría de científicos aceptan la gravitación, te invitamos a considerar la levitación como fenómeno explicativo del comportamiento de los graves». Y si cree que este es un exótico fenómeno procedente de los Estados Unidos, ponga atención en los libros de texto españoles de sus hijos *(figura 5)*.

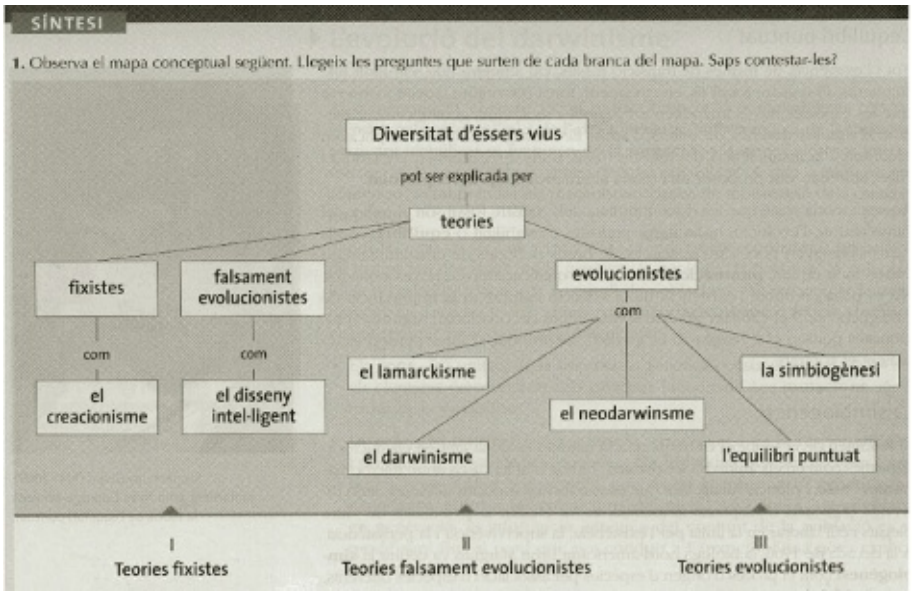


Figura 5. Ciencias para el Mundo Contemporáneo. 1.er curso de Bachillerato. Editorial Teide, 2008.

5. Algunas propuestas

En suma, los resultados de este estudio muestran que la práctica totalidad de los textos españoles dan tratamiento inadecuado a la evolución biológica. ¿Qué hacer ante tal panorama? Estimamos que el primer paso es, necesariamente, reconocer que tenemos un problema. Debemos ser conscientes de que, si bien son muchos los profesores que trabajan denodadamente para cambiar esta deplorable situación, son muchísimos más los que no lo hacen, y son ellos los que además tienen de su lado a sectores muy influyentes de la sociedad que también menoscaban la evolución biológica. Además, en el caso hipotético de que se decidiesen a hacerlo, ni los profesores de Biología, ni muchos de los colegas biólogos, parecen estar al día de la mayoría de las pruebas de la evolución, ni de sus presupuestos básicos. Que una parte muy importante de los estudios universitarios de Biología no la aborden explícitamente como una materia de estudio, o que no haya merecido incluirse entre las casi doscientas áreas de conocimiento del catálogo universitario español, no es más que otra muestra más del desatino general (González Candelas, 2009).

Iniciativas como la de la Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE), que ha traducido al castellano parte de la web de biología evolutiva del Museo de Paleontología de la Universidad de California en Berkeley, confiamos en que sean útiles para afrontar esta merma en nuestro ámbito cultural *(figura 6)*.



Figura 6. Página de inicio en español de la web de biología evolutiva (www.sesbe.org).

Facilitar en nuestros sistemas educativos una comprensión cabal de la evolución biológica es hoy un precepto ético. No es aceptable hurtar a los futuros ciudadanos esa forma de ver el universo que supuso la gran contribución de Charles Darwin a la historia de las ideas. Además, la evolución biológica se ha convertido en una piedra de toque para comprobar la capacidad de promoción del aprendizaje que brindan los sistemas educativos estatales a sus ciudadanos. Mientras no seamos capaces de que lo que para algunos es la idea más grande que jamás se ha concebido, y para otros la peligrosa idea de Darwin, se instale cómoda y eficientemente en los currículos escolares de todos los niveles educativos, no podemos pretender alcanzar lo que muchos dirigentes reclaman como destino deseado en el futuro próximo, que a menudo denominan pomposamente sociedad del conocimiento.

6. Relación de libros de texto analizados

Biología y Geología - 4.º curso de ESO			
2008	Chapela, C., González, M., López, J.	Biología y Geología 4.º ESO. Projecte Xúquer. Mediterrània Val	Mc Graw Hill
2008	Pedrinaci, E., Gil, C., Carrión, F.	Biología y Geología 4.º ESO	SM
2008	Miguel, C.A., Costa, A.	Biología y Geología 4.º ESO. Proyecto Neutrón	Everest
2008	Cabrera, A., Sanz, M.	Biología y Geología 4.º ESO. Proyecto Ánfora	Oxford
2008	Madrid, M.A., Meléndez, I., Blanco, M., Vidal, E.	Biología y Geología 4.º ESO. Proyecto La Casa del Saber.	Santillana
2008	Fernández, M.A., Mingo, B., Rodríguez, R., Torres, M.D.	Biología y Geología 4.º ESO. Proyecto Natura..	Vicens Vives

2005		(texto LOCE)	Mc Graw Hill
1999	García, M., Carratalá, S., Furió, J., Gregori, X. Sendra, R.	Biología y Geologia 4.º ESO Proyecto Avizor (texto LOGSE)	Ecir
Biología y Geología - 1.er curso de Bachillerato			
2007	García, A., González, G., García, A., Martínez, M., Pilar, M.C.	Biología y Geología 1.º Bachillerato	Mc Graw Hill.
2008	Castillo, A., Meléndez, I., Madrid, M. A.	Biología y Geología 1.º BachilleratoProyecto La Casa del Saber	Santillana
2009	Fernández, M., Mingo, B., Torres, M	Biología y Geología 1.º Bachillerato	Vicens Vives
2008	Miguel, C., Costa, A., Vacas, J.	Biología y Geología 1.º Bachillerato	Everest
2008	Pedrinaci, E., Gil,C., Gómez, J.	Biología y Geología 1.º Bachillerato	SM
2008	Varios (Grupo Edebé)	Biología y Geología 1.º Bachillerato	Edebé
2008	García, M., Carrillo, L., Furió, J., García, M.	Biología y Geología 1.º Bachillerato	Ecir
2008	Ferrer, N., García, M., Medina, M.	Biología y Geología 1.º Bachillerato	Bruño
1997	Ortiz, M.	Biología y Geología 1.º Bachillerato (texto LOGSE)	Akal
1997	Velasco, J., Merchán, J., Romero, T., Somoza, J., de Val, M.	Biología y Geología 1.º Bachillerato (texto LOGSE)	Editex
1997	Colilles, M., Lajara, M., Clotet, J., de Gibert, L., Cabeza, A.	Biología y Geología 1.º Bachillerato. (texto LOGSE)	Teide
1998	Jiménez, J., Domínguez, J., Lozano, F., Otero, M.	Biología y Geología 1.º Bachillerato Proyecto TESEO. (texto LOGSE)	Laberinto
2002	Pulido, C., Roiz, J., Rubio, N.	Biología y Geología 1.º Bachillerato (texto LOGSE)	Anaya
2002	López, V., Granados, F.	Biología y Geología 1.º Bachillerato. Proyecto 2.2 (texto LOGSE)	Edelvives
2006	Cabrerizo, B., Sanz, M., Tavira, P.	Biología y Geología 1.º Bachillerato. Proyecto Nueva Exedra (texto LOCE)	Oxford
2002	Inciarte, M., Pardo, P., Villa, S., Puzo, A.	Biología y Geología 1.º Bachillerato. (texto LOGSE)	Mc Graw Hill
Ciencias para el Mundo Contemporáneo - 1.er curso de Bachillerato			
2008	González, M., Agea, A., Ballesteros, F., García, M., Hernández, A.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato Proyecto Nexus	Pearson-Alhambra
2009	Anguita, F., Carrión, M., Cerezo, J. M., Henche, A., González, J., Peña, A.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato. Proyecto La Casa del Saber	Santillana

2008	Anguita, F., Carrión, M., Cerezo, J. M., Henche, A., González, J., Peña, A.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato. Proyecto La Casa del Saber	Santillana
2008	Delibes, M., Torres, M., Alonso, A., Fernández, M., Fernández, M., Mikngo, B., Rodríguez, R.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	Vicens Vives
2008	Garcia, M., Peretó, J., Sapiña, F., Ramón, D., Morales, F.J., Fabregat, J., García, P., Edwards, M., González, F.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	Ecir
2008	Panadero, J., Argüello, J.A., Olazábal, A., Lozano, A., Manso, P., Hernández, J., Fuente, M.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	Editorial Bruño
2008	Grau, R., De Manuel, J., Coll, J., Padrosa, T., Couso, D., Simón, M., Molina, J., Llortr, J.	Ciències per al Món Contemporani. 1r Batxillerat. Ciencia en context	Teide
2008	Rubio, N., Pulido, C., Roiz, J.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	Anaya
2009	López, A., Alsina, J., Rígola, M., Gort, L., Amorós, M.	Ciències per al Món Contemporani 1r Batxillerat	Mc Graw Hill. Mediterrània Cat
2009	Pedrinaci, E., Gil, C., Jimenez, J., Puente, J., Pedreira, S.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	SM
2008	Miguel, C., Costa, A., Vacas, J., Fidalgo, J., Fernández, M., Fernández, Y.	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	Everest
2008	Varios (Grupo Edebé)	Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1.º Bachillerato	Edebé
Filosofía y Ciudadanía - 1.er curso de Bachillerato			
1995	López, A. Abad, J.	Filosofía 1.º de Bachillerato. (Texto LOGSE)	Mc Graw Hill
2008	Lozano, M., López, M., Figueroa, P., Martínez, J.	Filosofía y Ciudadanía 1.º Bachillerato	Mc Graw Hill
2008	Pérez, J.	Filosofía y Ciudadanía 1.º Bachillerato Proyecto Bien Pensado	Pearson-Alhambra
2008	Domingo, A., Domingo, T., Feito, L.	Filosofía y Ciudadanía 1.º Bachillerato.Proyecto Areté	SM
2008	Martínez, L., Montaner, P., Sanllehi, J.	Filosofía y Ciudadanía 1.º Bachillerato	Castellnou
2008	Baigorri, J., Cifuentes, L., Ortega, P., Pichel, J., Trapiello, V.	Filosofía y Ciudadanía 1.º Bachillerato	Laberinto
1999	Ballester, V., Estupiña, A., García, X.	Filosofía. El ser humano. 1.º de Bachillerato	Tilde
2008	Vefas, R., González, J., Valladolid, D.	Filosofía y Ciudadanía, 1.º Bachillerato	Oxford

Bibliografía

Barbera, Ó.; Zanón, B.; Pérez-Plá, J. F. (1999), Biology curriculum in twentieth-century Spain. *Science Education*, 83, 97-111.

Barberá, Ó.; Zanón, B. (1999), Origen y evolución de la asignatura de biología en España. *Revista de Estudios del Currículum*, 2, 84-113.

Berzal de Pedrazzini, M.; Barberá, Ó. (1993), Ideas sobre el concepto biológico de población. *Enseñanza de las Ciencias,* 11, 149-159.

Berzal de Pedrazzini, M. (2001), El concepto biológico de población y su campo conceptual en la educación secundaria. *Tesis doctoral Universidad de Valencia*.

Bizzo, N. M.V. (1994), From Down House Landlord to Brazilian high-school students - What has happened to evolutionary knowledge on the way? *Journal of Research in Science Teaching,* 31, 537-556.

Crawford, B. A.; Zembal-Saul, C.; Munford, D.; Friedrichsen, P. (2005) Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 613-637.

Curry, A. (2009), Creationist Beliefs Persist in Europe. *Science,* 323, 1159.

Enserink, M. (2005), Is Holland Becoming the Kansas of Europe? *Science*, 308, 1394.

González Candelas, F. (2009), La enseñanza de la evolución en la universidad española. En A. Moya *et al*. *Resumen de ponencias del II Congreso de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*. Valencia, Obrapropia, p. 39.

Gould, S. J. (1991), El caso del clon del «fox terrier», en: Brontosaurus y la nalga del ministro. *Crítica*, Barcelona, 1993, p. 152.

Gregory, T. R. (2009), Understanding natural selection: Essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education & Outreach*, 2, 156-175.

Griffith, J. A.; Brem, S. K. (2004), Teaching evolutionary biology: Pressures, stress, and coping. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 791-809.

Gvirtz, S.; Aisenstein, A.; Cornejo J. N.; Valerani A. (2001), The Natural sciences in the schools: Tension in the modernization process of Argentine society (1870-1960), *Science & Education*, 10, 545-588.

Hameed, S. (2008), Science and religion: Bracing for Islamic creationism. *Science*, 322, 1637-1638.

Holden, C. (2004), Failed Serbian initiative. *Science*, 306, 45.

Holden, C. (2007), Creationism in Russia. *Science*, 315. 579.

Holden C. (2009), Creationism at Italian Science Agengy. *Science*, 326, 1597.

Jiménez Aleixandre, M. P. (1994), Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 519-535.

Jiménez Tejada, P. (2009), Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas. *Tesis doctoral.* Universidad de Granada.

Kampourakis, K.; Zogza, V. (2007), Students' preconceptions about evolution: Comments on the accuracy of characterization «Lamarckian» in connection with the history of evolutionary thought. *Science & Education*, 16, 393-422.

Mayr, E. (1991), Una larga controversia: Darwin y el darwinismo, *Crítica*, Barcelona, 1992.

Mayr, E. (2004), Por qué es única la biología. Consideraciones sobre la autonomía de una disciplina científica, *Katz*, Buenos Aires, 2006.

Miller, J. D.; Scott, E. C.; Okamoto, S., 2006. Public acceptance of evolution. *Science*, 313, 765-766 (ver también 'Supporting online material for Public acceptance of evolution': www.sciencemag.org/cgi/data/313/5788/765/DC1I/1).

Nehm, R. H.; Schonfeld, I. S. (2007), Does increasing biology teacher knowledge about evolution and the nature of science lead to greater advocacy for teaching evolution in schools? *Journal of Science Teacher Education,* 18, 693-794.

Nehm, R. H.; Schonfeld, I. S. (2008), Measuring knowledge of natural selection: A comparison of the CINS, an open-response instrument, and an oral interview. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 1131-60.

Numbers, R. L. (1982), Creationism in 20th-century America. *Science*, 218, 538-544.

Puig, B.; Jiménez Aleixandre, P. (2009), ¿Qué considera el alumnado que son pruebas de la evolución? *Alambique*. 62, 43-50.

Rutledge, M. L.; Warden, M. A. (2000), Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: critical relationships. *The American Biology Teacher*, 62, 23-31.

Simpson, G. G. (1961), One hundred years without Darwin are enough. *Teachers College Record,* 60, 617-626.

Swetz, F. J. (1986), Peking man to socialist man: the teaching of human evolution in China. *Science Education*, 70, 401-411.

Tidon, R.; Lewontin, R. C. (2004), Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27, 124-131.

Introducción a la bioinformática en la enseñanza secundaria: estudio de una alteración genética

Marta López García

IES Luis García Berlanga - Departamento de Biología y Geología
c/ Virgen del Mar, s/n - Coslada- 28820-Madrid
martalogar@ono.com

Palabras clave: Bioinformática, genética molecular, hemocromatosis, bases de datos, mutación.

Keywords: Bioinformatics, molecular genetics, hemochromatosis, databases, mutation.

Resumen

El principal objetivo de esta actividad es introducir a los alumnos en la utilización de bases de datos moleculares simulando una auténtica investigación científica que les permita afianzar y relacionar diferentes conceptos de genética molecular. El punto de partida es proporcionar a los alumnos una secuencia de ADN a partir de la cual, mediante una búsqueda guiada en diferentes bases de datos, deben obtener información acerca del gen al que pertenece, su localización en el genoma, la mutación que presenta, las consecuencias de dicha mutación en la traducción de la proteína, las características de la enfermedad ocasionada y la base molecular de dicha enfermedad.

Abstract

The main purpose of this activity is to introduce students in the use of molecular databases while giving them the opportunity to consolidate and relate different concepts in genetics simulating an authentic scientific research. The starting point is to provide students with a DNA sequence from which they must follow a guided research in different database in order to find out what gene belongs to, its location in the genome, the mutation suffered by the gen and its effect in protein translation, the characteristics of the disease involved and the relationships between molecular mechanisms and the studied phenotype.

1. Introducción

Las técnicas básicas del trabajo científico están incluidas en los currículos escolares como un componente más de la enseñanza de la Biología y se encuentran referencias a ellas en los todos los libros de texto de los cursos superiores de la enseñanza secundaria, pero la aparición de nuevas técnicas de investigación en el ámbito de esta disciplina obliga al profesorado no solo a una actualización científica, sino a una reflexión acerca de la necesidad de incluir en el programa docente actividades orientadas a la comprensión, por parte del alumno, del manejo de estas técnicas y de su potencial en la investigación.

Algunas de estas nuevas técnicas de investigación están relacionadas con las herramientas que proporciona la bioinformática, que podría definirse como la aplicación de las tecnologías de la información al almacenamiento, gestión y análisis de datos biológicos. No cabe duda que los ordenadores son actualmente herramientas esenciales en la investigación biológica. La ingente cantidad de información de que hoy se dispone y la necesidad de su actualización continua, obligan a los investigadores a trabajar en numerosas ocasiones con bases datos que, incluso, han dado lugar al desarrollo de nuevas disciplinas relacionadas con la bioinformática.

Las bases de datos contienen abundante información sobre un tema específico organizada de modo sistemático para su consulta. Entre las de mayor interés en la enseñanza la Biología destacan las bases de datos genómicas y proteómicas, que no solo almacenan datos relativos a los genomas completos de numerosas especies, sino que han incorporado múltiples sistemas de análisis básico de secuencias que permiten encontrar información acerca de variaciones alélicas de los genes, identificar una secuencia de nucleótidos o de aminoácidos, asociar alteraciones genéticas a ciertas enfermedades, detectar homologías en familias de proteínas o reconstruir filogenias, por ejemplo. En la actualidad, el tratamiento, manipulación y análisis integrado de datos moleculares es esencial para correlacionar la información biológica y biomédica existente con los nuevos descubrimientos científicos en este campo, algo que solamente puede hacerse a través de estas potentes herramientas informáticas.

Parece razonable, por tanto, que el conocimiento básico del funcionamiento y posibilidades de aplicación de las bases de datos se incluya en los currículos de bachillerato como un método más de investigación científica, como ocurre ya en otros países (Wefer y Sepphard, 2008, Gelbart, Brill y Yarden, 2009). Sin embargo, buscar información en estas bases de datos no resulta fácil, ya que exige un cierto conocimiento acerca de cómo están organizadas y del funcionamiento de las herramientas de búsqueda y, aunque existen varios tutoriales en Internet, es difícil que puedan ser usadas directamente por nuestros alumnos. Con el propósito de facilitar esta tarea se han desarrollado programas con fines educativos que permiten la incorporación de la bioinformática a las actividades docentes, como el Biology Student Workbench, que proporciona un entorno muy intuitivo para ser utilizado por estudiantes. Apoyándose en estas herramientas, los alumnos son capaces de resolver problemas trabajando con datos reales (Gabric, 2003), y en su versión traducida al castellano ha empezado también a utilizarse en España (De Paz, 2008).

2. Objetivo de la actividad y entorno de trabajo

El propósito de esta actividad es doble: pretende, por un lado, introducir a los alumnos en la utilización de bases de datos moleculares a partir de una búsqueda guiada que facilite la comprensión acerca de su potencial para analizar datos; por otro, servirse de las bases de datos como soporte para afianzar y relacionar diferentes conceptos relativos a la genética molecular.

La actividad se basa en la utilización de cuatro bases de datos y diferentes herramientas de búsqueda a partir de las cuales los alumnos deben obtener información con el fin de dar respuesta al problema que se les plantea: identificar el gen que corresponde a una secuencia de nucleótidos incompleta, la alteración genética que presenta y su repercusión en la salud. Unas sencillas instrucciones y un cuestionario facilitado al inicio de la actividad les guía en las sucesivas búsquedas para completar la información que se les pide.

El sitio web elegido para llevar a cabo la actividad es el EBI (European Bioinformatics Institute, http://www.ebi.ac.uk/, que alberga decenas de bases de datos y diversas herramientas de búsqueda como BLAST o FASTA, que buscan alineamientos de secuencias.

Las bases de datos que se utilizan en esta actividad son:

- EMBL BANK: base de datos de secuencias de nucleótidos.
- ENSEMBL: base de datos genómica.

- UNIPROT: base de datos proteómica.
- PDB: base de datos de estructuras moleculares.

Para la búsqueda de datos en EMBL BANK y UNIPROT se han utilizado las herramientas de búsqueda BLAST (Basic Local Alignment). Estas herramientas de búsqueda localizan similitudes en secuencias de nucleótidos (WU-BLAST2 Nucleotide) o aminoácidos (WU-BLAST2 Protein). El algoritmo de búsqueda establece una comparación inmediata entre la secuencia-problema introducida por el usuario y las secuencias almacenadas en la base de datos, devolviendo información acerca de la tasa de alineamiento (% de coincidencia).

3. Desarrollo de la actividad

El punto de partida de la actividad es proporcionar a los alumnos una secuencia incompleta de ADN y una guía de trabajo en la que figuran los interrogantes a los que deben dar respuesta:

Secuencia-problema:

TGCCTCCTTTGGTGAAGGTGACACATCATGTGACCTCTTCAGTGACCACTCTACGGTG-
TCGGGCCTTGAACTACTACCCCCAGAACATCACCATGAAGTGGCTGAAGGATAAGCA-
GCCAATGGATGCCAAGGAGTTCGAACCTAAAGACGTATTGCCCAATGGGGATGGGACC-
TACCAGGGCTGGATAACCTTGGCTGTACCCCCTGGGGAAGAGCAGAGATATACGTACCA-
GGTGGAGCACCCAGGCCTGGATCAGCCCCTCATTGTGATCTGGG

Guía de trabajo:

1. ¿A qué gen pertenece esta secuencia? ¿A qué especie?
2. ¿Cuántos nucleótidos tiene nuestra secuencia? ¿Y la secuencia completa del gen?
3. ¿Presenta alguna alteración genética? ¿En qué consiste?
4. ¿En qué cromosoma se encuentra localizado el gen?
5. ¿Qué proteína codifica?
6. ¿Cuántos aminoácidos tiene la proteína?
7. ¿Cómo afecta a la síntesis de la proteína la mutación observada?
8. ¿Cuál es la localización celular de la proteína?
9. ¿Qué función tiene?
10. ¿Cuál es el carácter de la mutación?
11. ¿Cómo se manifiesta la enfermedad?
12. ¿Qué relación hay entre la mutación observada y la estructura de la proteína?

Para una mejor comprensión de la actividad, dividiremos la tarea en dos fases: una en la que vamos a recabar información acerca de la identificación del gen en bases de datos genómicas y una segunda en la buscaremos las consecuencias en la traducción de la alteración genética detectada, para lo que recurriremos a bases de datos proteómicas.

3.1. Identificación del gen

El primer paso es entrar en el sitio web del EBI (European Bioinformatics Institute), donde podemos visualizar las entradas a las bases de datos y las herramientas de búsqueda con las que vamos a trabajar (*figura 1*):

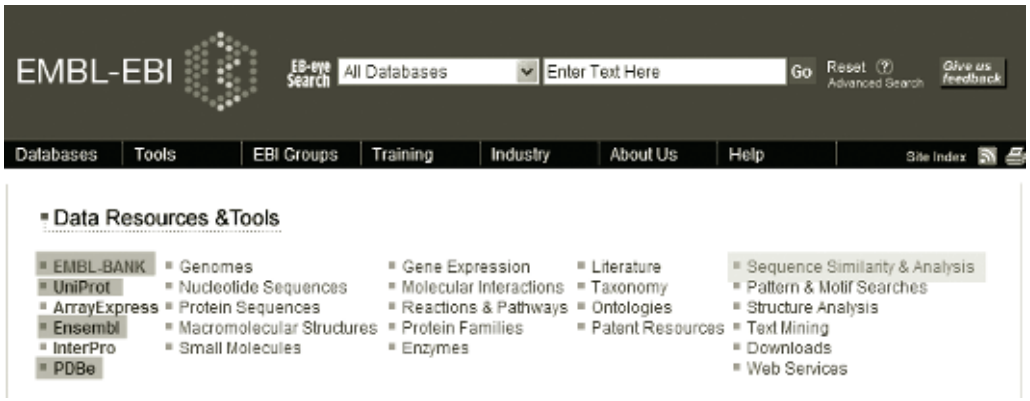
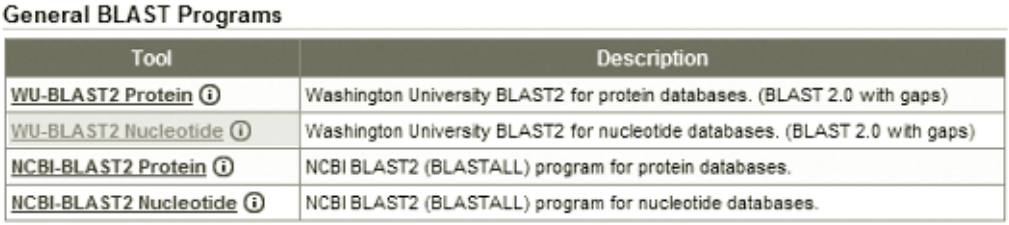


Figura 1. Página principal del EBI.

Puesto que nuestra primera tarea consiste en identificar el gen, seleccionaremos una herramienta de búsqueda de alineamiento para comprobar si nuestra secuencia coincide con algún gen de la base de datos. Para ello, entramos en las herramientas de análisis de secuencias, Sequence Similarity & Analysis, y seleccionamos la herramienta de búsqueda por alineamiento BLAST, especificando, a continuación, que queremos buscar alineamiento de nucleótidos (BLAST2-WU Nucleotide) *(figura 2)*.



General BLAST Programs

Tool	Description
WU-BLAST2 Protein	Washington University BLAST2 for protein databases. (BLAST 2.0 with gaps)
WU-BLAST2 Nucleotide	Washington University BLAST2 for nucleotide databases. (BLAST 2.0 with gaps)
NCBI-BLAST2 Protein	NCBI BLAST2 (BLASTALL) program for protein databases.
NCBI-BLAST2 Nucleotide	NCBI BLAST2 (BLASTALL) program for nucleotide databases.

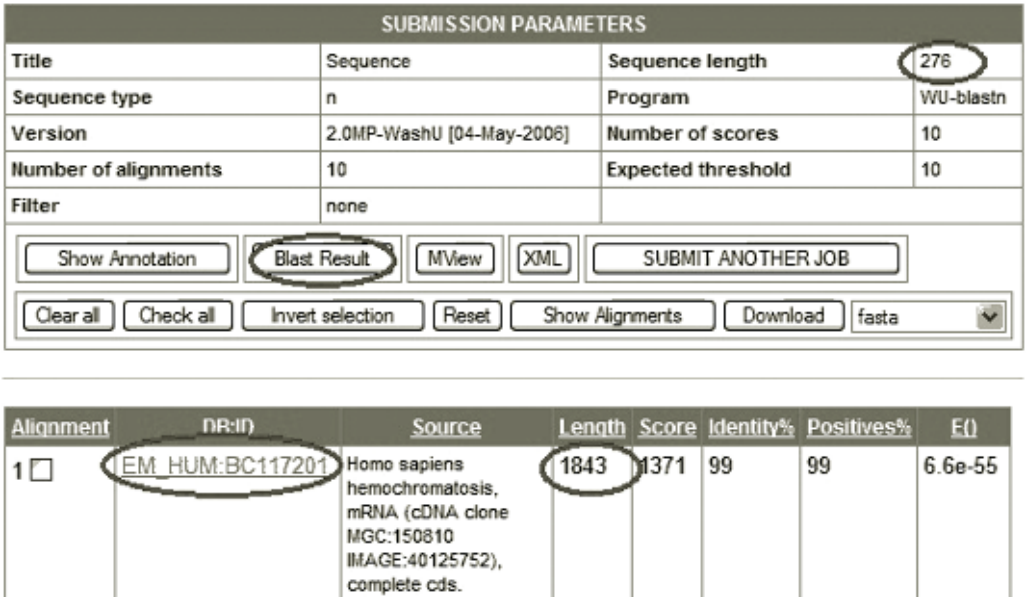
Figura 2. Entrada a BLAST Nucleotide.

Una vez abierto el programa BLAST, pegaremos nuestra secuencia, asegurándonos de que hemos seleccionado la base de datos EMBL Standard para la búsqueda *(figura 3)*. A continuación pinchamos en Run BLAST y dejamos trabajar al programa (suele tardar unos minutos).



Figura 3. Página de inicio de BLAST Nucleotide.

En una pantalla nueva nos aparecerán los resultados obtenidos en la búsqueda referidos a genes que se corresponden con nuestra secuencia *(figura 4)*. Observamos que los resultados que se muestran corresponden al gen de la hemocromatosis humana. Tomaremos como referencia el primero de los resultados obtenidos y podremos dar respuesta a las primeras cuestiones, ya que aquí se nos indica también la longitud, tanto de nuestra secuencia como del gen. Es importante que anotemos el código de identificación del gen, ya que nos servirá para acceder a otras bases de datos: EM_HUM:BC117201



SUBMISSION PARAMETERS			
Title	Sequence	Sequence length	276
Sequence type	n	Program	WU-blastn
Version	2.0MP-WashU [04-May-2006]	Number of scores	10
Number of alignments	10	Expected threshold	10
Filter	none		

Show Annotation | Blast Result | MView | XML | SUBMIT ANOTHER JOB

Clear all | Check all | Invert selection | Reset | Show Alignments | Download | fasta

Alignment	DB:ID	Source	Length	Score	Identity%	Positives%	E()
1 ☐	EM_HUM:BC117201	Homo sapiens hemochromatosis, mRNA (cDNA clone MGC:150810 IMAGE:40125752), complete cds.	1843	1371	99	99	6.6e-55

Figura 4. Identificación del gen.

Nuestra siguiente tarea es comprobar si la secuencia-problema presenta alguna alteración genética, es decir, alguna diferencia respecto al gen de la hemocromatosis con el que se ha identificado. Para ello, debemos pinchar en Blast Result, que nos mostrará el alineamiento de nuestra secuencia de nucleótidos (Query) con la correspondiente del gen de la hemocromatosis (Sbjct). El símbolo (|) significa que las bases son idénticas en ambas cadenas, pero cuando está ausente es porque las bases son diferentes *(figura 5)*.

```
Query:     1 TGCCTCCTTTGGTGAAGGTGACACATCATGTGACCTCTTCAGTGACCACTCTACGGTGTC 60
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct:   652 TGCCTCCTTTGGTGAAGGTGACACATCATGTGACCTCTTCAGTGACCACTCTACGGTGTC 711

Query:    61 GGGCCTTGAACTACTACCCCCAGAACATCACCATGAAGTGGCTGAAGGATAAGCAGCCAA 120
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct:   712 GGGCCTTGAACTACTACCCCCAGAACATCACCATGAAGTGGCTGAAGGATAAGCAGCCAA 771

Query:   121 TGGATGCCAAGGAGTTCGAACCTAAAGACGTATTGCCCAATGGGGATGGGACCTACCAGG 180
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct:   772 TGGATGCCAAGGAGTTCGAACCTAAAGACGTATTGCCCAATGGGGATGGGACCTACCAGG 831

Query:   181 GCTGGATAACCTTGGCTGTACCCCCTGGGGAAGAGCAGAGATATACGTACCAGGTGGAGC 240
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||| ||||||||||||
Sbjct:   832 GCTGGATAACCTTGGCTGTACCCCCTGGGGAAGAGCAGAGATATACGTGCCAGGTGGAGC 891

Query:   241 ACCCAGGCCTGGATCAGCCCCTCATTGTGATCTGGG 276
             ||||||||||||||||||||||||||||||||||
Sbjct:   892 ACCCAGGCCTGGATCAGCCCCTCATTGTGATCTGGG 927
```

Figura 5. Alineamiento.

El resultado del alineamiento nos indica que nuestra secuencia es idéntica en un 99% a la secuencia patrón, es decir, coinciden 275 de los 276 nucleótidos. Efectivamente, encontramos un hueco en la base 228 de nuestra secuencia. Esto es debido a que mientras que en esa posición en la secuencia de referencia hay una Guanina, en nuestra muestra aparece una Adenina, es decir, se ha producido una transición. Ya estamos en condiciones de dar respuesta a la tercera pregunta.

Volviendo al inicio, entramos en la base de datos genómica Ensembl para tratar de encontrar la información acerca de la localización de este gen. Si introducimos el código de identificación que hemos obtenido antes: *human gene BC117201,* obtenemos la entrada a la información que buscamos *(figura 6)*:

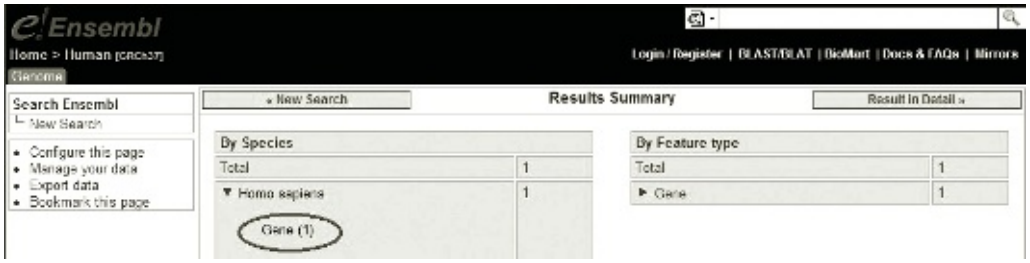


Figura 6. Base de datos Ensembl.

Pinchando en Gene vemos que el gen se identifica como HFE y entrando en *Region in detail* encontraremos la localización de nuestro gen *(figura 7)* y observamos que se encuentra en el brazo corto del cromosoma 6.

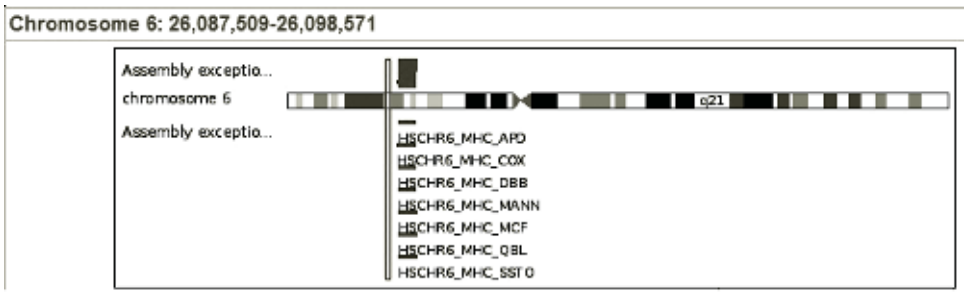


Figura 7. Vista en detalle del cromosoma 6.

3.2. Identificación de las consecuencias de la mutación detectada en la expresión del gen

Vamos a averiguar ahora la consecuencia de la mutación detectada. Para obtener esta información recurrimos de nuevo a la herramienta de búsqueda de alineamiento BLAST, pero esa vez la información la obtendremos de una base de datos de proteínas, es decir seleccionaremos WU-BLAST2 Protein. Esta búsqueda nos mostrará el alineamiento de la secuencia de aminoácidos correspondiente al gen de la hemocromatosis con la secuencia de aminoácidos correspondiente a nuestro gen; es decir, vamos a conocer la consecuencia que tendría la transición detectada en nuestro gen en la síntesis de la correspondiente proteína.

En la pantalla de BLAST introducimos de nuevo nuestra secuencia, eligiendo previamente Formato: ADN *(figura 8)*. La base de datos de proteínas sobre la que se va a realizar la búsqueda es UniProt y aparece por defecto.

Los resultados aparecen en una nueva pantalla en la que podemos ver el nombre de la proteína: Proteína de la hemocromatosis hereditaria (HFE HUMAN) y su número de aminoácidos: 348 *(figura 9)*.



Figura 8. Página de inicio de BLAST.

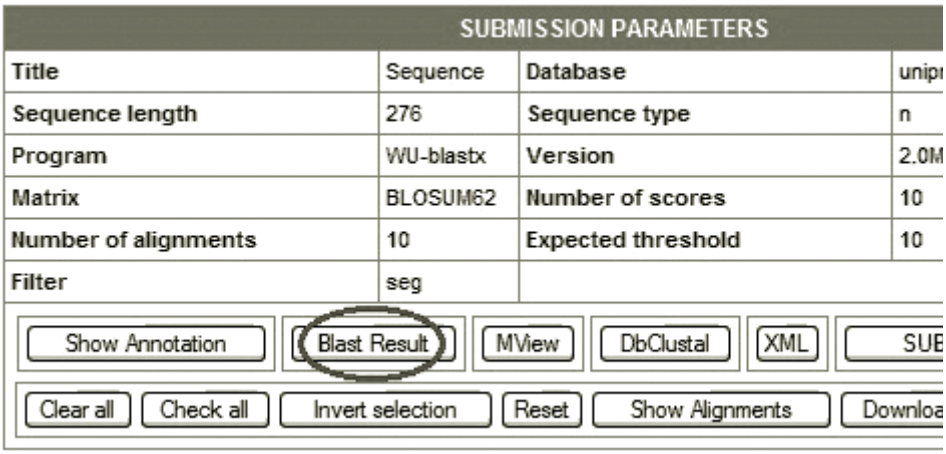


Figura 9. Identificación de la proteína.

Si pinchamos en Blast Result podremos ver el alineamiento de nuestra proteína con la de la base de datos *(figura 10)*:

```
Query:     3 PPLXXXXXXXXXXXXXLRCRALNYYPQNITMKWLKDKQPMDAKEFEPKDVLPNGDGTYQG 182
             PPL             LRCRALNYYPQNITMKWLKDKQPMDAKEFEPKDVLPNGDGTYQG
Sbjct:   207 PPLVKVTHHVTSSVTTLRCRALNYYPQNITMKWLKDKQPMDAKEFEPKDVLPNGDGTYQG 266

Query:   183 WITLAVPPGEEQRYTYQVEHPGLDQPLIVIW 275
            WITLAVPPGEEQRYT QVEHPGLDQPLIVIW
Sbjct:   267 WITLAVPPGEEQRYTCQVEHPGLDQPLIVIW 297
```

Figura 10. Alineamiento de la proteína.

Observando el alineamiento de los aminoácidos comprobamos que en la posición 199 de nuestra muestra (282 del gen) aparece el aminoácido identificado con la letra Y, mientras que en la proteína patrón

aparece el aminoácido identificado como C. Estas letras corresponden a los aminoácidos Tyr y Cys, respectivamente. Es decir, la transición de bases ha provocado un cambio en la traducción de la proteína de modo que donde debería ir una cisteína, en nuestra muestra aparece una tirosina.

Una vez que hemos identificado el gen al que correspondía nuestra secuencia y hemos detectado la anomalía genética que presenta, vamos a averiguar la función de esta proteína en el organismo. Para ello, de nuevo desde el inicio, entramos en la base de datos de proteínas Uniprot:
En la primera pantalla de Uniprot Website introducimos el código de nuestro gen: BC117201 *(figura 11)*.



Figura 11. Entrada a la base de datos Uniprot.

La búsqueda nos devuelve un único resultado con el nombre de nuestra proteína y un código de identificación Q30201 que debemos anotar, porque lo necesitaremos más adelante *(figura 12)*:



Figura 12. Identificación de la proteína en Uniprot.

Pinchando en el código de la proteína accedemos a la información relacionada con su función y localización celular, así como a los trastornos que provoca la mutación que estamos estudiando *(figura 13)*:

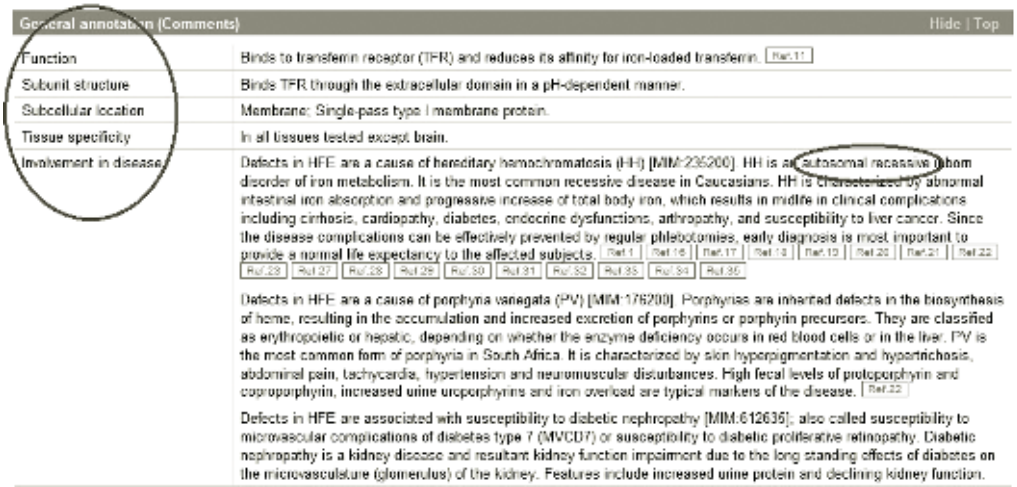


Figura 13. Características de la proteína de la hemocromatosis hereditaria.

Aquí encontramos que la proteína que hemos identificado es una proteína transmembrana localizada en todos los tejidos excepto el cerebro, que interviene en el metabolismo del hierro. En condiciones normales, la HFE se une a un receptor para la transferrina, disminuyendo la afinidad de éste por el hierro y evitando que este último se acumule en el hígado. La proteína mutada, en cambio, ha perdido la capacidad para inhibir la unión del receptor de la transferrina con la transferrina, lo que hace que el hierro se acumule en dicho órgano. También podemos comprobar que se trata de una mutación autonómica recesiva.

Finalmente, vamos a conocer la estructura tridimensional de la proteína. Para ello entramos ahora en la base de datos de estructuras moleculares PDB (Protein Data Bank) y elegimos la opción PDBe View, que nos va a permitir visualizar las moléculas. Para la búsqueda debemos utilizar la clave de acceso que hemos guardado antes: Q30201 *(figura 14)* y obtendremos la imagen de la proteína *(figura 15)*.



Figura 14. Entrada a la base de datos PDB.



Figura 15. Estructura molecular de la proteína de la hemocromatosis.

En el margen izquierdo se muestra el código de esta proteína para la base de datos PDB y una serie de enlaces de interés. Seleccionamos PDBsum *(figura 16)*, una sección de PDB que muestra diagramas esquemáticos de las proteínas, y obtenemos la explicación de la disfunción de la proteína: la ausencia de un residuo de cisteína impide la formación de un enlace disulfuro con otra cisteína próxima *(figura 17)* y, por tanto, el plegamiento de la proteína es defectuoso e imposibilita su unión al receptor de la transferrina y, por tanto, su bloqueo, permitiendo que este actúe libremente acumulando hierro en el interior de los tejidos.

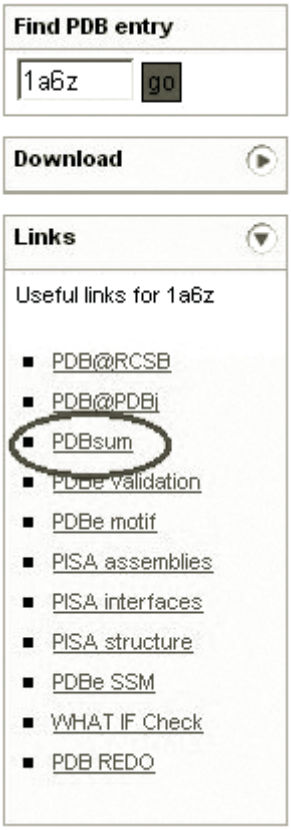


Figura 16. Entrada a PDBsum.

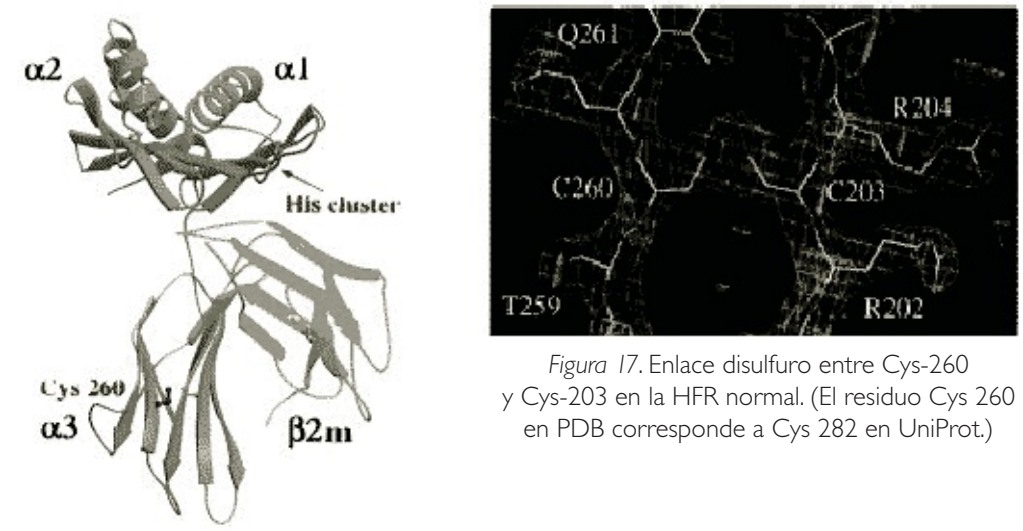


Figura 17. Enlace disulfuro entre Cys-260 y Cys-203 en la HFR normal. (El residuo Cys 260 en PDB corresponde a Cys 282 en UniProt.)

4. Conclusiones

Esta actividad permite simular un proceso de investigación utilizando bases de datos moleculares, lo que supone una toma de contacto por parte de los alumnos con una de las herramientas fundamentales de investigación en genética molecular. De esta manera, los alumnos trabajan en un contexto real de resolución de problemas que les ofrece la oportunidad de comprender el modo en que se lleva cabo la actividad científica y el desarrollo del conocimiento en este campo.

Por otra parte, la comprensión de los procesos genéticos requiere un razonamiento a varios niveles (poblaciones, individuos, celular, molecular, simbólico) y las bases de datos pueden contribuir a establecer conexiones entre conceptos adquiridos en diferentes contextos, reforzando así la comprensión de dichos procesos.

Para profundizar en la comprensión de esta enfermedad, que constituye un ejemplo sencillo para el estudio de enfermedades hereditarias, se puede ampliar la investigación buscando las razones de la diferente penetrancia de la hemocromatosis en hombres y mujeres, y de la relativamente elevada prevalencia de esta enfermedad (Patterson, 2009).

Bibliografía

De Paz, C. (2008). Huellas moleculares de la evolución celular: La Teoría Enosimbióntica [En línea]. Disponible en: http://www.scribd.com/doc/7804603/Huellas-de-la-Evolucion-Celular-La-Teoria-Endosimbiotica [consultado el 30-marzo -2010].

Gabric, K.M., (2003). Bioinformatics in the Biology Classroom [En línea]. Disponible en: http://www.actionbioscience.org/education/gabric.html [consultado el 30-marzo-2010].

Gelbart, H., Brill, G. y Yarden, A. (2009). The Impact of a Web-Based Research Simulation in Bioinformatics on Students' Understanding of Genetics. *Research in Science Education*, 39(5), 725-751.

Patterson, L. (2009). Getting a Grip on Genetic Diseases. *Science in School*, 13, 53-58.

Wefer, S. y Sepphard, K. (2008). Bioinformatics in High School Biology Curricula: A Study of State Science Standards [En línea]. Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2262119/ [consultado el 30-marzo-2010].

Aprendiendo Geología mediante la investigación en el aula

Miguel Ángel de Pablo Hernández,
Departamento de Geología. Edificio de Ciencias
Universidad de Alcalá
28871, Alcalá de Henares, Madrid
miguelangel.depablo@uah.es

Palabras clave: Geomorfología, investigación, método científico, didáctica.

Keywords: Geomorphology, Research, Scientific Method, Didactics.

Resumen

La geomorfología es un ámbito de la Geología, que puede resultar compleja y tediosa a los estudiantes dada la gran variedad de formas del relieve posibles, la extensa nomenclatura y los múltiples parámetros que condicionan determinados relieves (litología, geoquímica, clima, pendiente, vegetación, etc.). Para facilitar el entendimiento de cómo los múltiples factores de una región condicionan los relieves que se pueden formar en ella, se propone la realización de una actividad para que el alumno busque, indague e investigue sobre el origen de determinados relieves. Esta actividad, además, permite introducir a los estudiantes en el método científico y a la discusión razonada y basada en datos, de múltiples hipótesis de trabajo.

Abstract

Geomorphology is a branch of Geology what could be complex and tedious to students due to the wide variety of landforms, the extensive nomenclature and the many parameters that determine specific reliefs (lithology, geochemistry, climate, slope, vegetation, etc.). To facilitate understanding of how multiple factors determine the reliefs that can form in a region, here it is proposed an activity for the student to find, check out and investigate the origin of certain reliefs. This activity also allows introduce students to the scientific method and the reasoned discussion, evidence-based, of multiple working hypotheses.

1. Introducción

La geomorfología es un ámbito de la Geología, que puede resultar compleja y tediosa a los estudiantes dada la gran variedad de formas del relieve posibles, la extensa nomenclatura y los múltiples parámetros que condicionan determinados relieves (litología, geoquímica, clima, pendiente, vegetación, etc.). Esto hace que sólo algunos nombres de relieves sean recordados (por ejemplo, chimeneas de hadas), pero que el proceso que da lugar a su formación y los agentes implicados no se recuerden con tanta facilidad. Por otro lado, en muchas ocasiones un mismo relieve puede ser debido a distintos procesos (por ejemplo

relieves en forma de cono pueden ser conos volcánicos, pingos bien desarrollados, etc.), lo que complica el aprendizaje y a la larga el interés de los estudiantes por esta rama de la Geología.

Por ello se propone la realización de actividades en el aula, no destinadas a enseñar los conceptos de la geomorfología, sino a hacer que el alumno busque, indague e investigue sobre el origen de determinados relieves, con el fin de incentivar el interés de los estudiantes por la geomorfología. Aquí se propone una actividad destinada a que los alumnos intenten descubrir el origen de las llamadas «piedras móviles» del Valle de la Muerte (en el estado de California, Estados Unidos), que dejan unos surcos en el fondo de un valle plano relleno de sedimentos con trazas difíciles de explicar [ej., http://en.wikipedia.org/wiki/Sailing_stones], sin más información inicial que unas fotografías. La actividad puede hacerse tan larga y compleja como se quiera, facilitando o no la información necesaria que pueda llevarles a descubrir su origen, pero siempre basado en el método científico, mediante la propuesta de hipótesis, la búsqueda de datos que permita apoyar o refutar dicha hipótesis, etc.

Esta actividad puede modificarse o ampliarse estudiando otras morfologías, como por ejemplo cauces y morfologías similares que se observan en imágenes de satélite, pero no sólo en la Tierra, sino también en la superficie de la Luna, en Venus o en Marte, discutiendo sus posibles orígenes (fluvial, volcánico, etc.).

En este trabajo se describen el planteamiento y los recursos necesarios para poner en marcha esta actividad, que debe ser definida por el profesor en función del nivel educativo en el que se realice, los intereses y los recursos disponibles.

2. Desarrollo de la actividad

Esta actividad se basa en la investigación de unas morfologías determinadas en grupos de estudiantes con el fin de incentivar la aplicación del método científico (observación, obtención de datos, planteamiento de hipótesis, y discusión y comprobación), a la vez que el aprendizaje sobre modelado del paisaje y del papel que los distintos factores (geología, clima, actividad antrópica, etc.) pueden tener en el mismo. Como parte final se recomienda la discusión de las hipótesis planteadas por los distintos grupos mediante un debate con toda la clase que facilite, por una parte, la presentación del trabajo por parte de cada grupo, y por otra la discusión crítica y fundamentada dentro de un marco científico. De esta forma, no sólo se facilita el desarrollo de las competencias específicas de la asignatura, sino también de competencias transversales como trabajo en grupo, análisis crítico de datos, presentación oral de trabajos, etc. En el caso propuesto, realizado con estudiantes de la asignatura Geología Física de la Licenciatura en Biología de la Universidad de Alcalá (Madrid), se han seleccionado unos rasgos poco corrientes para ser estudiados: las llamadas rocas móviles del Valle de la Muerte, California, Estados Unidos *(Figura 1)*. Sin embargo, como se verá al final de este trabajo, es posible aplicar esta misma actividad para el estudio de otros rasgos geomorfológicos más comunes, como por ejemplo canales.

La actividad consiste en una serie de fases encadenadas en las que los alumnos deben desarrollar diferentes trabajos: (1) planteamiento del problema, (2) selección de datos, (3) planteamiento de hipótesis, (4) discusión de las hipótesis, y resolución del problema. A continuación se comentan cada una de estas fases, así como posibles variantes.

Fase 1: Planteamiento del trabajo. En esta fase el profesor debe plantear el problema a los alumnos divididos en grupos de trabajo. El planteamiento es similar para todos los grupos, con el fin de que cada uno plantee su hipótesis y que luego ésta pueda ser discutida por todos los alumnos. El objetivo es determinar el origen de las llamadas rocas móviles: ¿se mueven en realidad?, ¿cómo? y ¿por qué?. A los alumnos se les facilitan fotografías de las rocas móviles, y se les da una información básica sobre su ubicación (Valle de la Muerte, California, Estados Unidos).



Figura 1. Imágenes de las llamadas rocas móviles en el Valle de la Muerte, California (Estados Unidos). (Fuente: *Geology*. iStockphoto)

Fase 2: Selección de datos. La falta de datos que se les ha facilitado es la razón de esta segunda fase. Los alumnos reclaman más información, pero ésta deben conseguirla ellos o, al menos (si el profesor decide simplificar la actividad), decidir qué información necesitan conocer para poder determinar el origen de las rocas móviles. Por ello, en esta segunda fase, cada grupo de alumnos debe hacer una lista de aquellos datos que consideran relevantes para poder completar el objetivo propuesto. Ejemplos de estos datos son: clima, relieve, geología, coordenadas, vegetación, etc. Con esta lista, el profesor puede facilitarle dichos datos si desea simplificar la actividad, o puede dirigirlos para que ellos mismos busquen en Internet cuanta información consideren de interés sobre la zona. Esta última ha sido la opción aplicada durante el desarrollo de la actividad, porque se ha considerado que de esta manera se fuerza al alumno a enfrentarse a la búsqueda selectiva y crítica de datos (especialmente si es a través de Internet), y a la dificultad de encontrar los datos necesarios para llevar a cabo una investigación (sea ésta del ámbito de la ciencia que sea). Aunque en Internet también podrán encontrar información sobre distintas soluciones al origen de las rocas móviles, que es el objetivo de la actividad, no es un problema, puesto que la tarea de las siguientes fases es plantear hipótesis y defenderlas con los datos que han conseguido.

Fase 3: Planteamiento de hipótesis. Por grupos deben estudiar los datos conseguidos para determinar el posible origen de las rocas móviles: ¿se mueven en realidad?, ¿cómo?, y ¿por qué? Los grupos son libres de establecer sus propias hipótesis de trabajo, discutiendo cuantas consideren necesarias, quedándose con

aquella o aquellas que consideren más probables de acuerdo a los datos de que disponen. Pueden incluso discutir hipótesis que hayan podido leer en Internet, pero es necesario que todas ellas estén basadas en los datos de los que dispongan los alumnos. En esta fase es importante la discusión interna, ya que la conclusión debe ser presentada en un breve informe al profesor.

Fase 4: Discusión de hipótesis y resolución del problema. En esta última fase de la actividad, los alumnos de cada grupo deberán presentar de forma oral al resto de los alumnos su/s hipótesis y cómo los datos que han conseguido permiten dar respuesta a las preguntas planteadas en la primera fase de la actividad. Tras cada presentación, se puede abrir un breve espacio de discusión y debate entre todos los alumnos para que cada grupo aporte sus datos para apoyar o rechazar las hipótesis planteadas por otro grupo. Finalizadas todas las presentaciones, se puede abrir una discusión general sobre el método científico y sobre geomorfología en particular, para debatir cómo es necesario comprender cuantos más parámetros del entorno mejor para llegar a comprender el mecanismo o proceso que da lugar a las distintas formas del relieve, y cómo éstas dependen de una gran variedad de factores y cómo un mismo relieve puede deberse a distintos procesos, a no ser que se conozcan en profundidad las características intrínsecas del relieve y su entorno.

3. Materiales y recursos

Para el desarrollo de esta actividad, el material fundamental son imágenes de las rocas móviles. En Internet se pueden encontrar numerosas páginas donde las muestran, pero se recomiendan las siguientes:

- http://geology.com/articles/racetrack-playa-sliding-rocks.shtml
- http://en.wikipedia.org/wiki/Sailing_stones
- http://www.pbs.org/wnet/nature/deathvalley/rocks.html
- http://sophia.smith.edu/~lfletche/deathvalley.html

Para obtener los datos sobre la zona en la que se encuentran estas rocas móviles, se pueden consultar estas mismas páginas, así como diferentes publicaciones científicas que tratan sobre ellas, de las que se recomiendan las siguientes:

- Messina, P.; Stoffer, P., and Clarke, K. C. (1997). «Mapping Death Valley's Wandering Rocks». *GPS World*. 34-44.
- Reid, J. B.; Bucklin E. P., Copenagle L., Kidder J., Pack S. M., Polissar P. J., Williams M. L. (1995). «Sliding rocks at the Racetrack, Death Valley: What makes them move». *Geology* 23 (9): 819-822.
- Sharp, R. P.; Carey D. L. (1976). «Sliding stones, Racetrack Playa, California». *Bulletin of the Geological Society of America* 87 (12): 1704-1717.
- Sharp, R. P.; Carey, D. L., Reid, J. B., JR., Polissar, P. J., and Williams, M. L. (1996). «Sliding rocks at the Racetrack, Death Valley: What makes them move? Discussion and Reply». *Geology* 25: 766-767.
- Sharp, R. P.; Glazner, A. F. (1997). Geology Underfoot in Death Valley and Owens Valley. *Missoula: Mountain Press Publishing Company*.
- Shelton, J. S. (1953). Can Wind Move Rocks on Racetrack Playa. 117. *The American Association for the Advancement of Science*. pp. 438-439.
- Stanley, G. M. (1955). «Origin of playa stone tracks, Racetrack Playa, Inyo County, California». *Bulletin of the Geological Society of America* 66 (11): 1329-1350.

En estos mismos trabajos se puede encontrar información sobre las diferentes hipótesis que se han planteado para explicar estas curiosas rocas. En este trabajo no se facilita una fuente concreta de datos ni una hipótesis sólida sobre su origen, con el fin de que el profesor que desee aplicar esta actividad

la realice de forma personal antes de planteársela a los alumnos, y comprenda así las dificultades que plantea y con las que se pueden encontrar los alumnos en su desarrollo.

En función de si el profesor decide facilitar los datos y de la duración final que él mismo asigne a esta actividad, puede ser necesario el acceso a Internet por parte de los alumnos para obtener los datos necesarios para la solución del problema planteado.

4. Variantes

Esta misma actividad puede desarrollarse para intentar explicar otros relieves. Por ejemplo, mediante el uso de imágenes de satélite de la Tierra, la Luna, Venus, Marte y Titán, es posible estudiar el origen de morfologías similares a cauces en las superficies de estos cuerpos planetarios *(Figura 2)*. Tan sólo es necesario plantear una pregunta: ¿cómo se han formado? Responderla conlleva un trabajo muy minucioso que requiere conocer la composición de la atmósfera y sus condiciones de presión y temperatura, un poco de la geología y la evolución del planeta, pero que permite plantear una actividad similar a la presentada en este trabajo. En este caso, es necesario que el profesor aporte imágenes de satélite de cada uno de esos cuerpos planetarios que fácilmente puede conseguir a través de la web.

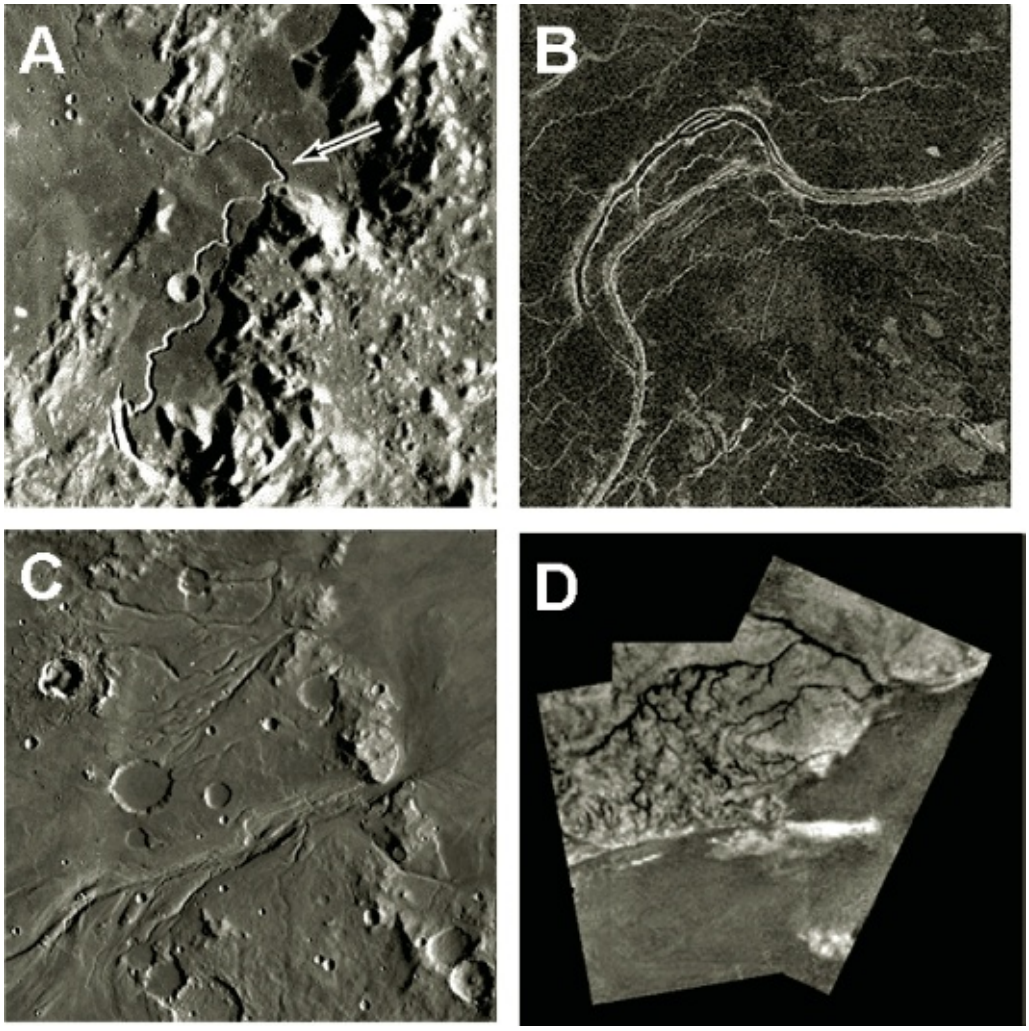


Figura 2. Imágenes de cauces en distintas superficies planetarias (A, la Luna; B, Venus; C, Marte; D, Titán), causadas por flujos de agua, lava y otros fluidos como metano. (Imágenes: JPL/NASA.)

5. Conclusiones

La actividad aquí descrita, realizada con estudiantes de primer curso de licenciatura, fue muy bien valorada por ellos mismos, resultando las clases dedicadas a ella muy amenas gracias a la participación de todos los alumnos implicados en la misma. La investigación en el aula ayuda a los alumnos a plantearse el método científico y a desentrañar cada dato del que disponen con el fin de presentar una hipótesis coherente frente al resto de los alumnos. Su desarrollo es sencillo y no requiere de importantes recursos, pudiendo adaptarse fácilmente a las necesidades o intereses del profesor. Por otro lado, el desarrollo de esta actividad permite a los estudiantes plantearse cómo los relieves de la superficie de la Tierra (y de otros cuerpos planetarios) están condicionados por una gran diversidad de factores.

La energía nuclear: de la insostenibilidad a la sostenibilidad

Andrés García Ruiz[1] y María Dolores Castro Guío[2]

Palabras clave: Energía nuclear, enfoque CTS, sostenibilidad, educación secundaria.

Keywords: Nuclear power, CTS approach, sustainability, secondary education.

Resumen

Actualmente las centrales nucleares se presentan como una alternativa ecológica al problema energético, debido a que no conllevan emisión de CO_2, pero pensamos que esta ventaja puede ir acompañada de otros inconvenientes.

También mostramos los resultados y las conclusiones del estudio sobre enfoque CTS (ciencia-tecnología-sociedad), realizado con los alumnos de Secundaria en la enseñanza de la energía nuclear.

Abstract

At the moment the nuclear power stations are presented like an ecological alternative to the energy problem, because they don't bear emission of CO_2, but we think that this advantage can go accompanied by other inconveniences.

We also show the results and the conclusions of the study on CTS it focuses (science-technology-society), carried out with the students of secondary in the teaching of the nuclear energy.

1. Introducción

La energía es uno de los núcleos básicos de la educación científica, ya que nos permite explicar numerosos fenómenos y procesos científicos-tecnológicos de nuestro entorno, aunque su enseñanza debe estar enfocada al fomento de actitudes responsables hacia los problemas ambientales.

Uno de los temas que suscita mayor controversia sobre este tema es el relacionado con la energía nuclear, debido a la proliferación de proyectos nucleares y actualmente con el problema de los impactos medioambientales generados por los residuos nucleares y la ubicación de los cementerios nucleares.

[1] Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. 28049-Madrid. andres.garcia.ruiz@uam.es

[2] Departamento de Física y Química. IES Atenea. Colombia 28. 28945-Fuenlabrada (Madrid). mdcastroguio@hotmail.com

La enseñanza de la energía debe estar enfocada al fomento de actitudes responsables hacia los problemas ambientales y sociales derivados de su desarrollo (Gómez y Cervera, 1993). Por ello, la inclusión de aspectos sociales, económicos, ambientales, económicos y culturales, en la enseñanza de la energía, nos ayuda en la profundización de la problemática asociada a su construcción y desarrollo (Doménech *et al.,* 2003; García-Carmona, 2003; Wiliams y Reeves, 2003).

A la ciencia se le suele atribuir generalmente un carácter neutral y el enfoque CTS pretende superar este aspecto atribuido a la ciencia y destacar su papel dinamizador en el desarrollo social (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Vilches, Gil y Solbes, 2001; Membiela *et al*., 2002).

2. Marco teórico

Como ya hemos mencionado anteriormente, actualmente todos los temas relacionados con la energía nuclear generan gran discusión (Alsop y Watts, 1997; Campbell, 2003) debido al desarrollo de proyectos nucleares, al riesgo de su producción y al impacto medioambiental que generan los residuos radioactivos. En contraposición están los defensores de este tipo de energía, debido al precio del petróleo y los problemas derivados de su uso.

En general podemos afirmar que se trata de un tema controvertido, generando cierto rechazo hacia su producción, al recordar los efectos de las bombas nucleares de 1945 y el accidente de Chernobyl ocurrido en 1986.

Hasta el momento se han realizado algunos estudios sobre las ideas de los alumnos sobre este tema en la educación científica (Alsop y Watts, 1997; Coopeer, Yeo y Zandik, 2003; Pliego *et al*., 2004). Por otro lado (Vilches y Gil, 2008), han estudiado la relación de la energía nuclear con la sostenibilidad poniendo de manifiesto la falta de una solución tecnocientifíca para este tema, y que se necesitan muchas más medidas (Vilches y Gil, 2003) para solucionar el tema de la energía.

3. Metodología y actividaes

El objetivo de nuestro trabajo es el abordar el estudio de la energía nuclear desde un enfoque CTS e investigar las ideas de los alumnos en la relación de los nuevos planteamientos de este tipo de energía con el medio ambiente.

3.1. Actividad introductoria

Como actividad motivadora, les propusimos a los alumnos la lectura de varios artículos de periódicos sobre los problemas surgidos en las centrales españolas y otro sobre el futuro de la energía nuclear en el siglo xxi, comparando la fusión con la fisión, analizando las ventajas e inconvenientes de sostenibilidad.

Entre las preguntas que realizamos, señalamos algunas:

- ¿Qué problemas ambientales puede generar una central nuclear?
- ¿La consideras una energía renovable viable?
- ¿Consideras las centrales un medio sostenible?

3.2. Estudio desde un enfoque CTS del accidente de Chernobyl

Ante la aparición de la noticia de prensa del 12 de mayo de 2009 sobre la multa puesta a la central de Ascó I por el incidente ocurrido al final de una recarga y habiendo celebrado días antes el 23 aniversario del grave accidente ocurrido en la central de Chernobyl, decidimos hacer con los alumnos de 2.º de Bachillerato un estudio sobre este accidente, sus repercusiones y estado actual de la central.

Los trabajos se concretaron en la búsqueda de información y el análisis de los contenidos encontrados desde un tratamiento CTS.

Actualmente no existe una posición clara respecto a la estructura y el tipo de contenidos o aspectos CTS más adecuados, con vistas a la integración de dicho enfoque en el currículo de secundaria (Acevedo y Acevedo, 2002).

La mayoría de los trabajos versaron sobre la energía nuclear y su importancia para la generación de electricidad como introducción, y luego ya comentaban el accidente ocurrido el 26 de abril de 1986, que fue el más grave de la historia.

Después de la descripción del accidente ocurrido al intentar aumentar la seguridad del reactor, describieron las reacciones inmediatas. Cabe destacar primeramente el comportamiento heroico de los liquidadores y bomberos durante las primeras horas. Dos días después se contaban 18 heridos muy graves y otros 156 con lesiones de consideración producidas por la radiación.

El segundo aspecto tratado fue el relativo a las evidencias del accidente en el exterior, siendo las primeras las relativas a un grave escape de material radiactivo ocurrido en Suecia, ya que se encontraron partículas radiactivas en las ropas de los trabajadores de la central de Forsmark. Finalmente, el 28 de abril se dio la noticia de que el accidente había ocurrido en Chernobyl.

Otro aspecto estudiado fueron los efectos del desastre, inicialmente la contaminación no se extendió de forma uniforme por las zonas adyacentes debido a las condiciones meteorológicas, siendo las regiones más afectadas Ucrania, Bielorrusia y Rusia. La explosión provocó la muerte de 31 personas en el momento del accidente, la evacuación de unas 135 000 personas y la recolocación posterior de 2 150 000 personas.

A largo plazo la mayor preocupación se centró en un primer momento en el yodo radiactivo, hoy en día las preocupaciones se centran en la contaminación del suelo con estroncio-90 y cesio-137 con periodos de semidesintegración de unos 30 años.

Otro de los problemas surgidos fue la repercusión económica, ya que varios países europeos impusieron restricciones a los alimentos en relación con el accidente.

Respecto a la fauna y flora, señalar que el accidente arrasó la vegetación, sobre todo pinos, en un área de cuatro kilómetros cuadrados y murieron también numerosos animales.

La controversia surgida sobre las estimaciones de victimas. Se cree que las muertes prematuras causadas por el accidente fueran el resultado de cánceres y otras enfermedades inducidas por la radiación. Tampoco se conocen los efectos de la radiación de bajo nivel en la salud.

Desde 1995, la situación central es que siguió funcionando, debido a la dependencia de Ucrania para la generación de electricidad, con los reactores no accidentados. El último reactor en funcionamiento se apagó en diciembre de 2000 y en 2012 está prevista la finalización de la construcción del sarcófago para evitar los problemas de escape de materiales radiactivos durante al menos cien años.

3.3. Juego de simulación sobre la construcción de una central

La actividad consistió en suponer que una empresa se propone instalar una planta nuclear en el municipio para generar electricidad para la zona.

Para la realización de la experiencia se dividió la clase en cinco grupos, que representaban:

- Representantes gobierno: su posición es favorable a la instalación de la misma.
- Empresa concesionaria: su estrategia se basa en los puestos de trabajo que se desarrollarán en la zona y la repercusión económica.

- Gobierno local: posición favorable por la mayoría de los componentes del gobierno local.
- Asociación de vecinos: posiciones controvertidas, unos a favor y otros en contra.
- Grupo local ecologista: se oponen a la central.

Cada grupo buscó información desde su papel y elaboraron una fundamentación adecuada para su defensa.

El análisis de la actividad es positivo, ya que el debate fue muy interesante por parte de todas las posturas simuladas, con una buena argumentación.

Como resultado se llegó al acuerdo de instalarla, con todas las medidas de seguridad posibles, sugiriendo la idea de esperar para que fuera de fusión por las ventajas que conlleva.

3.4. Estudio de las centrales nucleares de España

Esta actividad la realizaron los alumnos de 1.º de Bachillerato y consistió en un estudio detallado de la actualidad sobre las centrales nucleares actuales en nuestro país.

El resumen de los trabajos realizados muestra el desarrollo de centrales nucleares en España:

- España construyó su primera central nuclear en 1968 (C.N. José Cabrera) con una potencia de 160 megawatios.
- Actualmente, España cuenta con nueve reactores nucleares, distribuidos en siete centrales nucleares españolas.
- Primera generación (década 60-70): Corresponden a esta generación las centrales nucleares José Cabrera, que inició su explotación en 1968; Sant María de Garoña, que la inició en 1971, y Vandellós I, que lo hizo en 1972 (actualmente en desmantelamiento).
- Segunda generación (70-80): Corresponden a esta generación las centrales nucleares de Almaraz I y II, Ascó I y II, y Cofrentes.
- Tercera generación: Corresponden a esta generación las centrales nucleares de Vandellós II y Trillo I.

Los alumnos se informaron de las características de cada una de ellas y de su funcionamiento.

3.5. Estudio comparativo del funcionamiento de las centrales nucleares

La aplicación práctica más conocida de la energía nuclear es la generación de energía eléctrica. Para ello se utilizan reactores en los que se hace fusionar o fisionar un combustible.

Fisión: se comenzó a generar electricidad por este método el 20 de diciembre de 1951 y en 1954 fue cuando se conectó a la red.

En 1957 se crearon dos organismos, la Comunidad Europea de la Energía Atómica y el Organismo Internacional de Energía Atómica y desde entonces su desarrollo por todo el mundo experimentó un gran crecimiento.

El mecanismo es utilizar un núcleo pesado que da lugar a otros más ligeros, liberándose gran cantidad de energía.

La mayoría de los reactores utilizados son de los denominados de agua ligera, que utilizan como moderador muy purificado. El combustible utilizado es uranio enriquecido ligeramente.

Fusión: comenzó en 1946, aunque hasta 1955 no se dieron las condiciones mínimas que debía alcanzar el combustible, que eran isótopos ligeros de hidrógeno, alcanzándose de forma casi total en 1968.

Es más eficiente que la fisión en la energía producida por masa de combustible utilizada, segura y limpia, pero faltan muchos años para poder ser utilizada.

Su funcionamiento consiste en unir núcleos atómicos para dar lugar a otros más pesados.

Actualmente, los proyectos que se encuentran en estudio de viabilidad técnica en centrales de producción eléctrica son el ITER y el NIF. En el primero participan, entre otros países, Japón y la Unión Europea y pretenden construir una central experimental de fusión y comprobar su viabilidad técnica. El proyecto NIF pretende lo mismo en Estados Unidos.

A partir de otras reacciones nucleares: este método se utiliza para aportes eléctricos de baja corriente, con una larga duración y se denomina generadores termoeléctricos de radioisótopos.

Funcionan por la radiactividad emitida por los núcleos de algunos isótopos.

Una de sus aplicaciones más curiosas es su empleo como marcapasos y también son utilizados en satélites espaciales.

3.6. Estudios sobre impacto ambiental en la generación y uso de la energía

Esta actividad consistió en buscar información y elaborar informes sobre los impactos ambientales asociados al uso y generación de la energía, siendo los resultados obtenidos en forma esquemática los siguientes:

- Centrales térmicas no nucleares: emisiones, alteración del paisaje, peligros derivados del transporte del combustible.
- Centrales nucleares: fugas, accidentes nucleares y residuos.
- Centrales hidroeléctricas: efectos e impactos sobre la fauna y flora, alteración ecosistema.
- Centrales solares: liberación de contaminantes, alteración de ecosistemas y erosión.
- Centrales eólicas: contaminación acústica y visual y efectos e impactos sobre aves.

3.7. Estudio comparativo de las ventajas y desventajas de la energía nuclear

Seguidamente señalamos las ventajas y desventajas de la energía nuclear, obtenidas de los informes de los alumnos:

Ventajas:

- No requieren mucho espacio.
- No contamina.
- Es la forma más concentrada de energía.
- Necesidad de menos combustible para su funcionamiento.
- La producción de energía nuclear es «ecológica».

Desventajas:

- Emisión de radiaciones.
- Explosión nuclear.
- Dependen del uranio y este es escaso.
- Accidentes en reactores son muy peligrosos.
- Efectos sobre las personas.

Fusión vs. fisión

Mediante esta actividad intentamos ver las ventajas y posible sostenibilidad de la energía nuclear de fusión frente a la de fisión.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Fisión

- Ventajas:
  - Posibilidad de controlar la velocidad de reacción, aprovecha energía liberada y reduce riesgos de accidente.
  - Núcleo dentro de un recipiente y del moderador, dentro de un edificio «seguro».
  - Aprovechamiento del calor producido.
- Inconvenientes:
  - Riesgos de accidentes nucleares.
  - Problemas de seguridad.
  - Emisión de radiaciones peligrosas para los seres vivos.

Fusión

- Ventajas:
  - Barata.
  - Renovable.
  - No genera residuos radiactivos.
- Inconvenientes:
  - Falta de control de las elevadas temperaturas.
  - Utilización fines bélicos.

3.8. Estudio de la sostenibilidad de la energía nuclear de fusión

Entre las características aportadas de la posible sostenibilidad de la energía nuclear de fusión, destacamos:

- Fuente de energía ilimitada (agua y litio en cantidades insignificantes).
- Económica y accesible a todos, por estar presentes sus materias primas en la naturaleza.
- Es segura y limpia.
- No permite que se produzcan reacciones en cadena descontroladas o accidentes.

4. Conclusiones

Entre las conclusiones obtenidas con esta actividad, podemos destacar las siguientes:

- Los resultados muestran que la percepción del alumnado es muy diferente ante este tema.
- Podemos afirmar que las actitudes y opiniones hacia la energía nuclear se determinan más por la percepción de riesgos.
- Resultaron interesantes los debates sobre el accidente de Chernobyl.
- También fueron de gran interés los debates sobre las ventajas e inconvenientes de la energía nuclear y de la comparación de la fusión con la fisión.
- Finalmente, señalar que la actividad ha sido muy positiva, ante el recelo de algunos alumnos sobre el tema.

Bibliografía

Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003), Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 2 (2).

Alsop, S. y Watts, M. (1997), Sources from a Somerset Vi-llage: A model for Informal Leaming about Radiation and Radioactivity. *Science Education,* 81, pp. 633-650.

Campbell, P. (2003). Should nuclear energy form part of the UK's energy future? *Physics Education,* 38, pp. 143-149.

Cooper, S., Yeo, S. y Zadnik, M. (2003). Australian students' views on nuclear issues: Does teaching alter prior beliefs? *Physics Education,* 38, pp. 123-129.

Doménech, J. L., Gil, D., Gras, A., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trum-Per, R. y Valdés, P. (2003), La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileño de Ensino de Física,* 20(3), pp. 285-310.

García-Carmona, A. (2003), Integración de las relaciones CTS en la educación científica. Una propuesta didáctica en el estudio de la energía. *Perspectiva CEP,* 6, pp. 109-121.

Gómez, C. y Cervera, S. (1993), Development of conceptual knowledge and altitudes about energy and the environment. *International Journal of Science Education,* 15(5), pp. 553-565.

Membiela, P. (coord.) (2002), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad, Formación científica para la ciudadanía.* Madrid: Narcea.

Pliego, O. H., Contini, L., Odetti, H., Quemes, R. y Tiburzi, M. C. (2004), Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones. *Educación Química,* 15(2), pp. 142-148.

Vilches, A., GIL, D. y Solees, J. (2001), Las relaciones CTS y la alfabetización científica y tecnológica. *Actes V Jornades de la Curie,* pp. 72-81.

Webster, A. J. (2003). Fusión: Power for the tuture. *Physics Education,* 38, pp. 135-142.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2003), *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia.* Madrid: Cambridge University Press.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2008), La sostenibilidad y el debate nuclear. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.,* 5 (1), pp. 94-99.

Williams, G. y Reeves, T. (2003), Another go at energy. *Physics Education,* 38, pp. 150-155.

Innovación educativa

Adaptación de las Matemáticas para biólogos al Plan Bolonia: dificultades y retos

Rafael Lahoz-Beltrá, Cristina Martínez Calvo, Alberto Pérez de Vargas,
María Teresa Gónzalez Manteiga, Pilar López Gónzalez-Nieto,
María de los Ángeles Gómez Flechoso

Departamento de Matemática Aplicada (Biomatemática),
Facultad de Biología, Universidad Complutense,
28040-Madrid
lahozraf@bio.ucm.es

Palabras clave: Ansiedad matemática, campus virtual, plan Bolonia.

Keywords: Math anxiety, virtual campus, Bologna process.

Resumen

En la actualidad son numerosos los estudiantes del Grado en Ciencias Biológicas que procedentes del Bachillerato muestran una falta de formación en Matemáticas, manifestando temor y ansiedad hacia la asignatura. En este artículo presentamos los resultados de un estudio estadístico en el que a partir de los datos de una encuesta analizamos la aptitud y actitud de los estudiantes, y el perfil del estudiante promedio, con respecto a la asignatura. Nuestra principal conclusión es que los estudiantes sienten temor o ansiedad ante lo abstracto o complejo, independientemente de que el objeto sea una expresión matemática o tenga un significado biológico. Finalmente, criticamos alguno de los supuestos del llamado Plan Bolonia por su falta de realismo ante las dificultades propias de algunas materias, tal es el caso de las Matemáticas.

Abstract

At present most freshmen students starting their studies in Biological Sciences degree lack of enough background of mathematics, exhibiting in many cases a fear towards the study of this subject. In this paper we present a statistical study of student attitude and aptitude toward mathematics. Our conclusion is that students feel insecure dealing with abstraction and complexity, two of the main features of science. We conclude the paper showing our scepticism and criticism of the Bologna Process as a consequence of the basic assumptions behind the educational EU-plans.

1. Introducción

La Matemática es una materia que tradicionalmente, por motivos de sobra conocidos, tiene unas dificultades especiales, especialmente entre los estudiantes de Biología. Ya sea por falta de formación, su carácter abstracto, por un historial de fracasos durante el periodo escolar, o por falta de motivación además de

numerosos prejuicios, son muchos los estudiantes que deciden «abandonar» cuando se enfrentan de nuevo en la Universidad con dicha asignatura. Por consiguiente, estos factores tienen un efecto no deseable en «Matemáticas aplicadas a la Biología (6 ECTS)», una de las materias básicas del Grado en Biología.

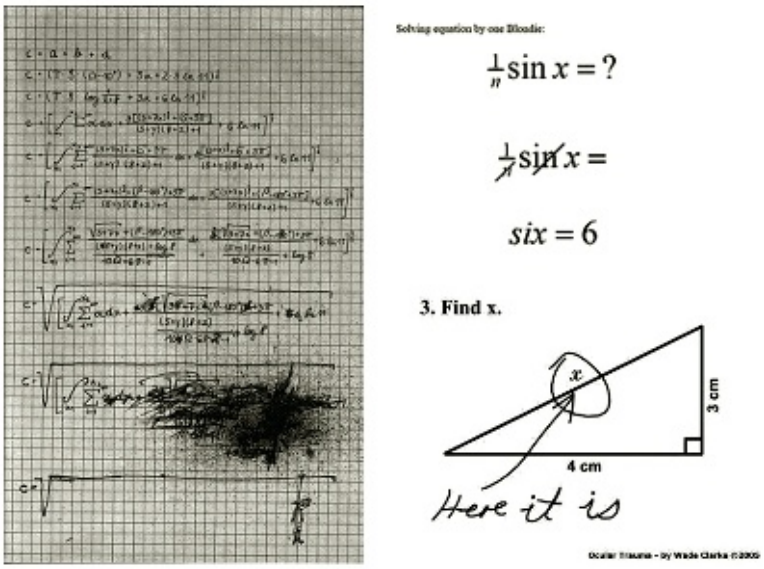


Figura 1. Matemáticas y humor, ¿una forma de alejar la ansiedad?

En este artículo abordaremos cuáles son los problemas que los estudiantes de Biología tienen en la asignatura de Matemáticas, impartida en la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Los resultados obtenidos en el presente estudio «desmontan» a partir de encuestas realizadas a los estudiantes y de datos proporcionados por la Secretaría de la Facultad algunos de los tópicos que lamentablemente, año tras año, se vienen repitiendo con respecto a la asignatura. En primer lugar mostraremos a través de un breve bosquejo histórico cómo las Matemáticas han formado parte, junto con otras materias científicas básicas, de todos los Planes de Estudio de Biología. Seguidamente, analizaremos los resultados obtenidos en encuestas realizadas durante el curso 2009/10 a los estudiantes en la materia de Grado «Matemáticas Aplicadas a la Biología». Mostraremos a partir del análisis estadístico de los resultados cómo el problema de los estudiantes con las Matemáticas no tiene su origen en la dificultad de los conceptos y técnicas propias de esta disciplina, sino en la dificultad que para ellos supone el 'pensamiento abstracto', uno de los elementos fundamentales en que se sustenta el pensamiento científico. Uno de los datos reveladores de la encuesta es que los alumnos de Primer Curso de Grado, en su primer semestre, no fueron capaces de reconocer, en un porcentaje elevado, un «esquema de la glucólisis y ciclo de Krebs». Esto demuestra que el problema ante las Matemáticas no es tanto una cuestión del grado de formación con que llega el alumno a la Universidad («aptitud»), ni siquiera de cómo se imparte la materia (léase EEES, Plan Bolonia, créditos ECTS y evaluación continua), sino de la «actitud» del estudiante ante la materia, y de un desconocimiento completo de su utilidad en Biología.

2. Docencia de las Matemáticas a estudiantes de Ciencias Biológicas

Una de las situaciones que se repite en los estudiantes año tras año es el temor o miedo preconcebido a esta materia. Tal vez se trate de una actitud cuya manifestación tenga lugar a escala universal, y que también está presente en los estudiantes de otras carreras universitarias. De hecho, el temor a las Matemáticas constituye en países como EEUU uno de los temas humorísticos en Internet y fuente de un próspero negocio *(Figura 1)*. Sin embargo, las Matemáticas han formado parte, junto con otras materias básicas de carácter científico (Física, Química, Biología, Geología) de un módulo básico, impartido en

primer año en todos los Planes de Estudio universitarios en Biología. Por ejemplo, en el caso particular de la Facultad de Biología de la UCM, la asignatura de Matemáticas ha estado siempre presente en los Planes de Estudio: 1953, 1967, 1973-74, 1976, 1992 y 2000. En general, es fácil comprobar, como todos los Planes de Estudio, incluido el actual Grado en Biología, responden de manera inequívoca y en cada una de las épocas de su implantación al siguiente esquema u organización: módulo básico-módulo fundamental-módulo profesional. Por consiguiente, en el actual Grado en Biología de la UCM, las Matemáticas aparecen una vez más bajo la denominación «Matemáticas Aplicadas a la Biología» en el primer semestre de Primer Curso, junto con las asignaturas «Física Aplicada a la Biología», «Química Aplicada a la Biología», «Geología Aplicada a la Biología» y «Métodos en Biología».

3. ¿Cuál es el perfil del estudiante medio ante las Matemáticas?

Con el fin de determinar la aptitud y actitud de los estudiantes, y el perfil del estudiante promedio con respecto a la asignatura, realizamos una encuesta (Apéndice) entre los estudiantes matriculados de Grado en Biología (UCM) durante el curso 2009/10. El tamaño muestral fue n=142 alumnos, procediendo la muestra de una población de 360 estudiantes matriculados. La encuesta constaba de dos secciones. En la primera se les solicitó que dieran su puntuación a 24 cuestiones (Q1, Q2,…, Q24), siendo los posibles valores 1 (totalmente en desacuerdo), 2, 3 o 4 (muy de acuerdo). En la segunda sección nos inspiramos en el experimento realizado por Dillon (1988) en el Western New England College con un grupo de estudiantes de Estadística. Los estudiantes fueron preguntados en dicho experimento sobre sus expectativas ante la asignatura y qué impresión les causaba la expresión de la función de probabilidad de la distribución *t* de *student*. A tal efecto los alumnos recibieron un formulario, cuya versión original, se muestra a continuación:

When I think of taking this course in Statistics, I feel _____ .

When I look at this equation:

$$h(t)=\frac{\Gamma\left[\left(\nu+1\right)/2\right]}{\Gamma\left(\nu/2\right)\sqrt{\pi\nu}}\left(1+\frac{t^2}{\nu}\right)^{-\left(\nu+1\right)/2}$$

$$-\infty < t < \infty$$

I feel _____.

En relación con la segunda pregunta las respuestas más frecuentes fueron «preocupado», «inseguro», «mareado», «confundido», entre otras, poniendo de manifiesto que los estudiantes padecían un estado de gran ansiedad ante la asignatura. Dillon denominó en lengua inglesa a este estado con el nombre de *statisticophobia*. De forma similar propusimos a los estudiantes dos imágenes (Apéndice). En IMAGEN 1, y de una manera similar al experimento de Dillon, les mostramos una expresión matemática de cierta dificultad, si bien ya se había explicado en clase semanas atrás. Por el contrario, IMAGEN 2 es una imagen control en la que se les muestra el clásico esquema de la glucólisis y ciclo de Krebs, uno de los temas supuestamente estudiado en Biología de Bachillerato.

Los resultados de la encuesta fueron analizados estadísticamente con el programa STATGRAPHICS 5.1. El análisis estadístico de los datos permitió obtener el siguiente perfil de estudiante.

En relación con la utilidad de la asignatura *(Figura 2)*, los estudiantes están de acuerdo en que las Matemáticas son fundamentales para su formación, en algunos problemas biológicos; son necesarias en algunas

materias del Grado (Bioquímica, Ecología, Fisiología animal y vegetal, Genética, etc.) y para entender los modelos matemáticos en Biomedicina y Bioinformática. Además, están de acuerdo en que sin Matemáticas no se pueden tratar algunos problemas biológicos como por ejemplo el cambio climático. Sin embargo, no están de acuerdo en que no sea necesario su estudio al haber *software*, lo que muestra cierta madurez de criterio. Ahora bien, niegan que la Biología Matemática o Biomatemática sea una especialidad dentro de la Biología.

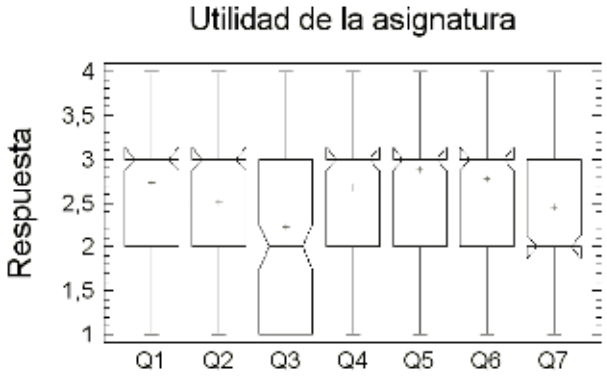


Figura 2. Valoración de la utilidad de las Matemáticas para un biólogo.

En lo que respecta a la enseñanza de la asignatura *(Figura 3)*, los estudiantes están de acuerdo en que los profesores se esfuerzan, las prácticas con el programa de cálculo simbólico DERIVE les ayudaron, el número de horas de prácticas es adecuado, los Seminarios (clases de problemas) son muy útiles, 6 ECTS son adecuados, el trabajo en grupos les ha ayudado, esperan superar la asignatura, y las Tutorías deberían tanto dedicarse a resolver dudas de la asignatura como de Bachillerato. Por el contrario, no están de acuerdo en que su grado de formación del Bachillerato sea suficiente. Ahora bien, y ello resulta curioso, no les parece que sean elevados los contenidos de la asignatura para un biólogo. Además, no imaginaban que hubiera una especialidad de Biología Matemática. No están satisfechos con tener que cursar la asignatura, y no están de acuerdo con que sea posible aprobar la asignatura sin haber cursado previamente Matemáticas II en Bachillerato. Finalmente, y en comparación con otras asignaturas *(Figura 4),* están de acuerdo en que las Matemáticas les han parecido más difíciles que la «Física Aplicada a la Biología». Sin embargo, no están de acuerdo en que las Matemáticas sean más difíciles que la «Química Aplicada a la Biología» ni que su dificultad, pese a no haberlas todavía cursado, vaya a ser similar a la Bioquímica, Genética o Ecología. Por consiguiente, y en orden decreciente de dificultad, los estudiantes piensan que Matemáticas > Física > Química. No obstante, sus expectativas contrastaron con los resultados obtenidos al final del semestre del curso 2009/10 *(Tabla I)*.



Figura 3. Valoración de la calidad y método docente.

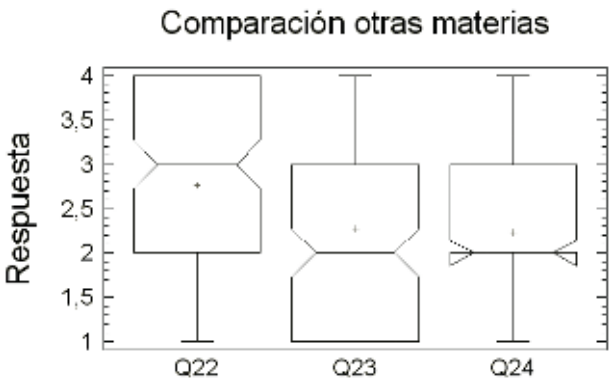


Figura 4. Valoración de las Matemáticas respecto a otras asignaturas.

	NP	SS	AP
Matemáticas	23,74%	26,82%	49,44%
Química	31,87%	29,4%	38,73%
Física	7,02%	18,82%	74,16%
Métodos	2,79%	16,99%	80,22%
Geología	8,54%	14,05%	77,41%
NP = no presentado, SS = suspenso, AP = aprobado			

Tabla I. Resultados primer semestre del primer curso.

POSITIVO (30)	NEGATIVO (60)	NEUTRO (22)
Facilidad, simple	Muerte, imposible	---
Satisfecha de entenderlo	Agobio	Expresión matemática
Lo conozco	No	«Mates»
Con algo de esfuerzo no resultaría complicado	Agobio y estrés	Solución con números complejos
Si lo piensas lo sacas	Extrañeza	Reconocimiento de la situación
Me lo sé, otra cosa es que salga	Estrés	«Mates»
Esto me lo sé, otra cosa es que me salga	Desorientación	Vamos a resolverlo con Derive, a mano no
Me gusta	Desilusión	Complejo
Lo entiendo	Depresión	Números complejos
Posible	Desinterés, aburrimiento y frustración	Seno; coseno; imaginario; complejo
Orden	Horror y miedo	Matemáticas
Simple!!	Fórmulas sin sentido, para saberlo y basta	Indiferencia
Conocimiento, matemáticas, exactitud y curiosidad	No sé qué hacer	No sé si podría sacarlo
Entendible	Dificultad y aburrido	Números complejos
Con paciencia lo saco	Abrumada	¡Menos mal que existen programas informáticos¡
Capaz	Desesperación	Dios
Aunque a simple viste asuste, es POSIBLE con esfuerzo	Depresión, desaliento, confusión y agobio	Nada
Agobio hasta que sepa resolverlo	Agobio disipable	Nada (no entiendo nada)
Reto	Horror	Complicado, laborioso
Algo de estrés hasta que me pongo a resolverlo	Frustración	Es difícil
Me gustaría poder llegar a resolverlo	Incapacidad	Dificultad
Curiosidad y entendimiento	Dolor de cabeza	Dificultad
Algo que ahora puedo hacer	Estrés, agobio y aburrimiento	
Agobio hasta que nos enseñen el mecanismo para resolverlo	«Puff»	
Más o menos lo entiendo	Me va a llevar bastante tiempo entenderlo	
Factible, fórmula de Euler	Agobio	
Entiendo	No podría hacerlo sin mirar la solución	
Domino	No podría hacerlo, impotencia	
Ganas de entenderlo	¡Horror¡ Paciencia y horror. Horror, oh no, me persiguen ¡!! Un lío difícil de entender a primera vista. Miedo y horror, Dificultad y tardanza, Los números complejos no deberían existir, Estrés, angustia e impotencia de no poder resolverlo, No despierta mi interés, Incomprensión, Control, desahogo, cierto nerviosismo, Cansancio, Mucha letra y poco número = muy complicado, Miedo, Miedo, Desorientación, indignación y negación, Dificultad, incomprensión, Miedo, Confusión, duda y temor, Agobio y desorientación, Dolor de duodeno, Miedo, Ganas de jugar al fútbol, No podré hacer esto en mi vida, «Puff K», Agobio, lío, pereza, Algo que no entiendo y no me apetece entender, Agobio, Complejo, confundido y colapsado, Desconocimiento, Tensión, Tensión	
Ganas de resolverlo		

Tabla II. Impresión de los alumnos ante la IMAGEN 1.

POSITIVO (28)	NEGATIVO (50)	NEUTRO (34)
Interesante	¿Confusión?	Caos
Interesada en saber	Agobio	Procesos del metabolismo humano
Curiosidad	(No)	Metabolismo
Fascinación	Agobio y estrés, pero menos	Mucha complicación
Curiosidad	Agobio, futuro	Dificultad, esfuerzo
Interesante	Muy lioso	Metabolismo
Confusión, pero también interés	Horror	Indiferencia
Lo puedo llegar a comprender	Inútil	Matemáticas aplicadas a un fin, para algo más que saber hacerlo
Interés	Horror y miedo	Bioquímica
Es más sencillo, aquí está muy liado	¡!Agobio!!	Un poco lioso
Bioquímica, dificultad, desarrollo e interés	Miedo	Dificultad
Interés	Miedo, ojalá no lo vuelva a ver en mi vida	Caos
Un lío difícil de entender a primera vista pero que me apetece entender, Mi carrera, mucho estudio, memoria, dificultad	Estresada	Caos
Sí, despierta mi interés	Caos mental	Caos
Ganas de aprender más	Mareo	Necesito explicación detallada
Interesante	Desesperación	Metabolismo
Angustia, intriga	Agobio	Difícil
Aplicación de las matemáticas, interés	Desesperación	(en blanco)
Siento que le echaría un rato a mirar	Dolor de cabeza también	Saturación mental, paciencia es necesaria
Lo que quiero aprender	Como tenga que aprenderlo de memoria, Madre mía!!	Ciclo, proteína
Placer	Esto es un lío, como no me lo expliquen ni lo leo	Química
Aprender	Mareo, impotencia y poco tiempo para aprenderlo	El metabolismo de la glucosa guarda mucha relación
No se entiende pero me apetece pararme a comprenderlo	¡Horror¡	Dificultad, difícil comprensión
Interés	La que se me viene encima	No sé qué es
Gusto por la biología	Estúpido	Ciclos reacciones bioquímicas
Curiosidad	¡Qué coxxxxs es esto¡ Espanto, No tengo ni idea que es, menudo lío, Horror! Queda mucho para ver eso, Desconcierto, absoluta incomprensión y miedo, No me entero de nada, Mucho agobio, Desesperación, Agobio, confusión y no entendimiento, Más miedo, Más miedo, Nada (no entiendo nada), Miedo, Confusión, duda y temor, Confusión, Siento que va a ser muy difícil entenderlo, Imposible, Más miedo, Que nunca entenderé lo que significa, Quien pueda, hacerlo debe estar loco, Miedo, dolor de ojos, Imposible, no entiendo nada, «L ¿qué?», Mejor sin palabras, desánimo, POCAS GANAS DE SABER LO QUE ES	Indiferencia
Curiosidad		Nada
		No lo entiendo
		Me suena incomprensible, biología
		Ciclo, difícil, complejo
		Difícil
		Memoriza, confuso
		Caos, desorden y desconocimiento
		Es aún más difícil

Tabla III. Impresión de los alumnos ante la IMAGEN 2.

Las Tablas II y III recogen las impresiones de los estudiantes ante las IMÁGENES 1 y 2, respectivamente. Una vez organizados los datos en una tabla de contigencia *(Tabla IV),* realizamos un test chi-cuadrado de independencia concluyendo que la impresión del estudiante, su reacción «negativa», es independiente (p-valor = 0,170) de que la imagen sea algo relacionado con las Matemáticas o la Biología.

	Imagen 1	Imagen 2
Positivo	30	28
Negativo	60	50
Neutro	22	34

Tabla IV. Tabla de contigencia para la impresión de los estudiantes ante una imagen

Estos resultados demuestran que los estudiantes sienten temor o ansiedad ante lo abstracto o complejo, independientemente de que el objeto sea una expresión matemática o tenga un significado biológico.

4. CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que algunas premisas del Plan Bolonia, por ejemplo el protagonismo del estudiante en el proceso de aprendizaje o la evaluación continua, no parecen asegurar de por sí solos el éxito académico, repitiéndose situaciones y actitudes que en nada difieren de otros Planes de Estudio. En la actualidad, el Departamento de Matemática Aplicada (Biomatemática) cuenta con la experiencia de más de 20 años de docencia en Matemáticas, además de haber desarrollado varios Proyectos de Innovación Educativa[1] desde el año 1999 hasta la fecha. Nuestra opinión a este respecto es clara: más allá de la ayuda inestimable de las TIC, aulas virtuales y demás apoyos basados en las nuevas tecnologías de la información (MARTÍNEZ-CALVO *et al.*, 2005), el estudiante tiene que dedicar tiempo al estudio. El tiempo de estudio debe en ciertas asignaturas ser superior a lo que indique el valor ECTS, valor que en estas materias, más que una sugerencia, puede resultar a nivel pedagógico una auténtica trampa. Si somos realistas tendremos que aceptar que el esfuerzo que deben realizar los estudiantes en algunas asignaturas es mayor que en otras, tal es el caso de las Matemáticas o la Bioquímica, especialmente cuando hay una fuerte componente de abstracción en los contenidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente UCM, Núm. 29, titulado «UCM MATH-TRAINING 1.0: Desarrollo de una plataforma Software y de módulos docentes en Matemáticas».

BIBLIOGRAFÍA

DILLON, K.M. (1988), Statisticophobia. En WARE, M.E., BREWER, C.L. (eds.), Handbook for Teaching Statistics and Research Methods, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, pp 3.

MARTÍNEZ-CALVO, C., FERNÁNDEZ BERMEJO, E., GONZÁLEZ-MANTEIGA, M.T., LAHOZ-BELTRA, R., PERALES GRAVÁN. C. (2005). *Matemáticas Básicas para Biólogos*. CD-ROM. Innovación Educativa (ISBN 84-7491-786-7), Madrid, Ed. Complutense.

[1] Proyectos de Innovación Educativa realizados en el Departamento de Matemática Aplicada (Biomatemática):
1999. Proyecto PIE 99/3 UCM, titulado «Proyecto de Utilización de un Servidor de Internet para el Apoyo de la Docencia en Matemática Aplicada».
2000. Proyecto PIE 00/6 UCM, titulado «Aula Virtual de Bioestadística».
2003. Proyecto PIE 2003/3 UCM, titulado «Matemáticas Básicas para Biólogos: Una Puesta a Punto».
2005. Proyecto Núm. 439 Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente UCM, titulado «Tras la Puesta a Punto (PIE 2003/03) nos ejercitamos».
2009. Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente UCM, Núm. 29, titulado «UCM MATH-TRAINING 1.0: Desarrollo de una plataforma Software y de módulos docentes en Matemáticas».

APÉNDICE

Modelo de encuesta realizada a los estudiantes:

DATOS PERSONALES
HOMBRE [ ] MUJER [ ] (marque una X) GRUPO TEORÍA: _____
¿CURSO MATEMÁTICAS EN II BACHILLERATO? SÍ [ ] NO [ ] (marque una X)
CALIFICACIÓN PRIMER PARCIAL: _____
Por favor, no escriba su nombre y apellidos. La encuesta es anónima.

Valora (marcando con una X) cada una de las siguientes afirmaciones, de acuerdo con la siguiente escala de puntuaciones:

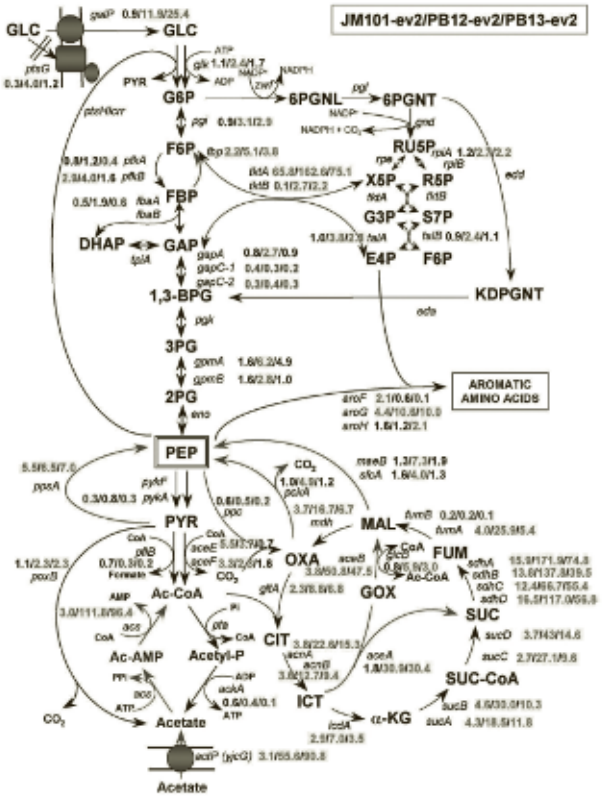
(1) totalmente en desacuerdo (4) muy de acuerdo

UTILIDAD DE LA ASIGNATURA	1	2	3	4
1. Las Matemáticas son fundamentales para la formación científica de un biólogo.				
2. Son imprescindibles únicamente en el estudio de algunos problemas biológicos como la dinámica de poblaciones, el cáncer y poco más.				
3. Hoy en día, gracias a los ordenadores y programas (software) especializados, ya no es necesario estudiar Matemáticas, tal y como ocurre, por ejemplo, en el estudio del genoma humano.				
4. Creo que las Matemáticas hacen falta para profundizar en el estudio de la Ecología, la Genética, la Bioquímica, la Fisiología Animal y Vegetal, etc.				
5. Los modelos matemáticos son imprescindibles en muchos problemas de índole práctica en Biomedicina y Bioinformática, por ejemplo en el estudio de los genomas y las proteínas.				
6. Algunos problemas no podrían ser tratados sin Matemáticas, por ejemplo el cambio climático.				
7. La Biología Matemática o Biomatemática es una especialidad más de la Biología, y no una simple aplicación de las Matemáticas a la Biología.				
ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA	**1**	**2**	**3**	**4**
8. Mi grado de formación en Matemáticas de Bachillerato ha sido suficiente para seguir adecuadamente las explicaciones de la asignatura.				
9. El nivel de los contenidos es elevado para las necesidades profesionales y formación de un biólogo.				
10. Los profesores de la asignatura se esfuerzan por hacerse entender.				
11. Las prácticas con DERIVE me ayudaron a entender algunos de los métodos y razonamientos matemáticos.				
12. El número de horas dedicadas a las clases prácticas con DERIVE me han parecido suficientes para los objetivos de la asignatura.				

13. Los Seminarios de problemas son útiles, y ayudan a entender y manejar algunos de los conceptos tratados en las clases de Teoría.				
14. Los créditos asignados a las Matemáticas (6 créditos) guardan proporción con el volumen de trabajo que he dedicado para superar con éxito la asignatura.				
15. El trabajo en grupos con otros compañeros (resolución de problemas propuestos en Seminarios) me ha ayudado a estudiar la asignatura, ya que me ha permitido resolver mis dudas con otros estudiantes.				
ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA	**1**	**2**	**3**	**4**
16. Espero superar/aprobar la asignatura satisfactoriamente.				
17. Las clases de Tutoría deberían dedicarse únicamente a resolver dudas de los alumnos.				
18. Las clases de Tutoría deberían dedicarse a resolver dudas de los alumnos, y también a repasar y explicar, una vez más si hiciera falta, conceptos del Bachillerato.				
19. No imaginaba antes de cursar la asignatura que existiera una especialidad de Biología Matemática.				
20. Sin haber cursado las Matemáticas de II de Bachillerato se puede superar la asignatura satisfactoriamente.				
21. Estoy satisfecho con la asignatura.				
EN COMPARACION CON OTRAS MATERIAS …	**1**	**2**	**3**	**4**
22. Las Matemáticas me han parecido más difíciles que la Física.				
23. Las Matemáticas me han parecido más difíciles que la Química.				
24. Aunque aún no las haya cursado, creo que las Matemáticas tendrán unas dificultades muy parecidas a las de otras materias del Grado, como por ejemplo la Bioquímica, la Genética o la Ecología.				

Cuando veo las siguientes imágenes siento: (indicarlo con palabras sueltas)
IMAGEN 1 _____
$x = e^{\lambda t+1+c} \cdot (c + ib) = e^{\lambda t} \cdot (\cos \mu t + i \sin \mu t) \cdot (c + ib) =$ $= e^{\lambda t} \cdot (c \cdot \cos \mu t - b \cdot \sin \mu t) + i \cdot e^{\lambda t} + b \cdot \cos \mu t)$

IMAGEN 2


JM101-ev2/PB12-ev2/PB13-ev2
GLC
GLC
G6P
6PGNL
6PGNT
F6P
RU5P
X5P
R5P
FBP
G3P
S7P
DHAP
GAP
E4P
F6P
1,3-BPG
KDPGNT
3PG
2PG
AROMATIC AMINO ACIDS
PEP
PYR
MAL
OXA
FUM
Ac-CoA
GOX
SUC
CIT
Ac-AMP
Acetyl-P
ICT
SUC-CoA
α-KG
Acetate
Acetate

Imágenes de Histología animal para Secundaria y Bachillerato

Blanca González Gallo, Carlos Recio Rincón
y Savina Torres Cols
Departamento de Biología Celular.
Facultad de Biología
Universidad Complutense de Madrid
c/ José Antonio Nováis, 2
28040 Madrid
blancagg@bio.ucm.es

Palabras clave: Tejidos animales, Histología animal.

Keywords: animal histology, animal tissues.

Resumen

Hemos creado un material educativo con imágenes de microscopía óptica de los TEJIDOS ANIMALES para la Enseñanza Secundaria y Bachillerato. Se trata de un trabajo diseñado con una doble finalidad: 1. El profesor dispone de un recurso didáctico para su clase presencial, y 2. Los estudiantes pueden utilizar idéntico material, para su estudio personal posterior. La bibliografía y enlaces webs presentados completan los contenidos explicados por el profesor y facilitan un aprendizaje, a medida de las capacidades y dedicación de cada alumno. El ritmo y nivel de interiorización de cada estudiante son, por ello, absolutamente personales.

Abstract

In this project, have been developed a didactic material on digital format with images of optical microscopy about the ANIMAL TISSUES, specially dedicated for the High School Education. This archive have been made with a double aim: First, the professor has an outline for their lectures; and secondly, the students would have the same didactical material as they use in the lectures, for studying afterwards. The bibliography and the recommended weblinks presented could also complete some contents explained by the professor along their lectures.

1. Introducción

En 2003 se publicó un CD por la Editorial Complutense, titulado «Histología Animal y Vegetal», como resultado del trabajo realizado con un Proyecto de Innovación Educativa (PIE 2001/10), para su utilización como material docente y de estudio, especialmente diseñado para las clases prácticas de la asignatura

troncal de «Citología e Histología Vegetal y Animal», de 1.er Curso de la Licenciatura de Biología, en la Universidad Complutense de Madrid. Su acogida por los estudiantes fue tan buena que la primera edición se agotó poco después de su publicación.

La posibilidad de proporcionar a los profesores y alumnos de Enseñanza Secundaria y de Bachillerato una guía didáctica, en formato digital, sobre los diferentes tejidos existentes en el mundo animal, nos ha animado a elaborar un archivo de presentaciones apropiado a estudiantes de estos niveles educativos.

2. Material y métodos

Tomando como referencia nuestro CD de 2003, presentamos en este trabajo un archivo en formato PDF, con las imágenes seleccionadas de dicho CD, más ilustrativas, rigurosas y claras para la enseñanza de todos los tejidos animales. Estas imágenes se han incluido en un guión, especialmente diseñado por los autores para los profesores y estudiantes de Secundaria y Bachillerato. El formato PDF permite cargarlo en la web del centro, de la asignatura o del profesor, a la que pueden acceder los alumnos de la asignatura. Ellos pueden estudiar los documentos de la web e interactuar con las diferentes opciones destinadas a tal efecto. También puede grabarse el archivo en CD para su manejo en cualquier ordenador, aún sin conexión a Internet.

Para elaborar este archivo se han tenido muy en cuenta los niveles educativos a los que va dirigido. Cada tejido comienza con una pequeña introducción donde aparecen sus características más importantes, además de los criterios que sirven para su identificación al microscopio. Esta introducción le sirve al alumno para tomar un primer contacto con un determinado tejido y estudiar los aspectos teóricos. Después, en la siguiente presentación, se esbozan los aspectos a desarrollar por el profesor en la clase presencial. En este punto no se pormenorizan los contenidos para que cada profesor explique, más o menos, según el nivel educativo al que se dirige, en cada momento. Posteriormente se han incluido las imágenes más convenientes para cada tejido.

Se ha pretendido ser muy rigurosos con la selección del material, así como con el tipo de tinciones e imágenes elegidas. Después del rigor, lo que hemos primado ha sido la didáctica del material a emplear. Preferimos no mostrar a los alumnos una imagen si no tiene calidad.

Deseamos hacer constar aquí que el material, comprendido en el archivo original, se muestra en color, con la intención pedagógica de hacerlo más atractivo a los estudiantes. De esta forma se facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3. Resultados

Se ha elaborado un archivo en formato PDF, que contiene una serie de 44 presentaciones en *PowerPoint*. De ellas, 27 corresponden a imágenes obtenidas directamente de preparaciones histológicas, previamente seleccionadas, para cada tejido. Todas las imágenes están convenientemente rotuladas para su clara identificación. En todas ellas aparece la técnica de tinción utilizada y los aumentos a los que está realizada cada foto.

Al tejido epitelial le hemos dedicado 8 imágenes, al tejido nervioso 3, al tejido conjuntivo 4, al cartilaginoso 2, al tejido óseo 4, 3 a la sangre y otras 3 al tejido muscular.

Cada tejido comienza por su propia introducción teórica y la presentación del esquema que va a desarrollar el docente en la clase presencial. A continuación se disponen las imágenes convenientemente elegidas como representantes de dicho tejido.

Como muestra de nuestro trabajo, incluimos en esta publicación doce figuras, con las imágenes más representativas y claras de los tejidos animales.

4. Discusión

La aplicación de este archivo, sobre los tejidos animales, se extiende desde la clase presencial hasta el tiempo más personal de estudio de cada alumno y, por tanto, a toda la dimensión de los futuros créditos europeos, contemplados en el Espacio Europeo de Educación. Gracias a este recurso, los estudiantes consiguen un ritmo de interiorización de su contenido mucho más personal que el contemplado con los métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje. Los alumnos pueden prolongar privadamente su tiempo de estudio todo lo personalmente necesario en cada caso, con los mismos materiales que el profesor ha utilizado en la enseñanza presencial.

De esta forma, el profesor impartirá su clase magistral con mayor fluidez, en la confianza de que toda la documentación y recursos aportados en ella puede ponerlos a disposición de sus estudiantes, a través de una web o de su inclusión en CD.

Con este trabajo, lo fundamental ha sido crear un material educativo, de excelente calidad científico-técnica y pedagógica, para ponerlo a disposición de la comunidad educativa, con el fin de favorecer y mejorar en ella el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Conclusiones

El archivo, en formato PDF, permite cargarlo en la web del centro, de la asignatura o del profesor. Su publicación *on-line* «democratiza» el conocimiento y autoaprendizaje. Principales ventajas de este método de trabajo: Es un material de apoyo para el profesor y para el estudio particular de cada estudiante; pueden ampliarse los conocimientos del aula con la bibliografía presentada y con los enlaces webs y estos enlaces representan unas guías dinámicas, ya que se pueden añadir o quitar recursos, según lo considere conveniente el profesor.

Bibliografía y enlaces de interés

Bloom / Fawcett. (1999). *«Compendio de Histología»*. Ed. Mc Graw Hill Interamericana.

Di Fiore M. (2003). *«Atlas de Histología Normal»*. Ed. Ateneo

González Gallo B. (1993). *«Nociones preliminares para Prácticas de Histología»*. Ed. Complutense. c/Donoso Cortés 63.

González Gallo B. y Recio C. (2007). CD-Rom de *«Histología Animal y Vegetal»*. 2ª Ed. Editorial Complutense.

Paniagua, R. y otros, (2007).*«Citología e Histología Vegetal y Animal». Tomos I y II*. 4ª Ed. Mc Graw-Hill Interamericana de España, S.A. Madrid.

Ross M. y col., (2007). *«Histología: texto y atlas color con Biología Celular y Molecular»*. Con CD-Rom. 5ª ed. Ed. Panamericana.

http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/histocatquery.htm

http://teaching.anhb.uwa.edu.au/mb140/

http://webs.uvigo.es/mmegias/guiada_a_inicio.php

http://campus.usal.es/~histologia/histologia.htm

http://online-media.uni-marburg.de/histologie/introhis/HIS/his.htm



Figura 1. Epitelios de revestimiento, simple prismático y simple plano.

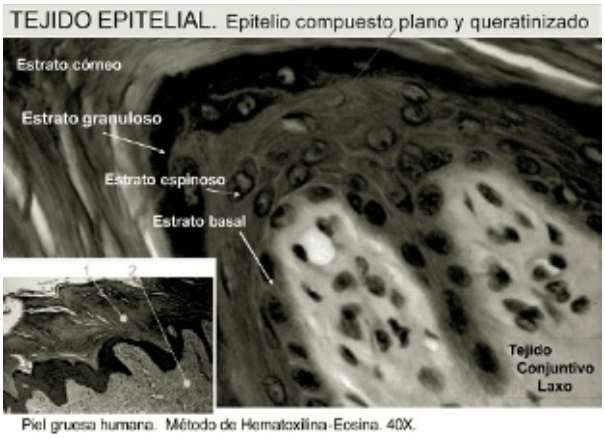


Figura 2. Epitelios de revestimiento compuesto, plano y queratinizado.

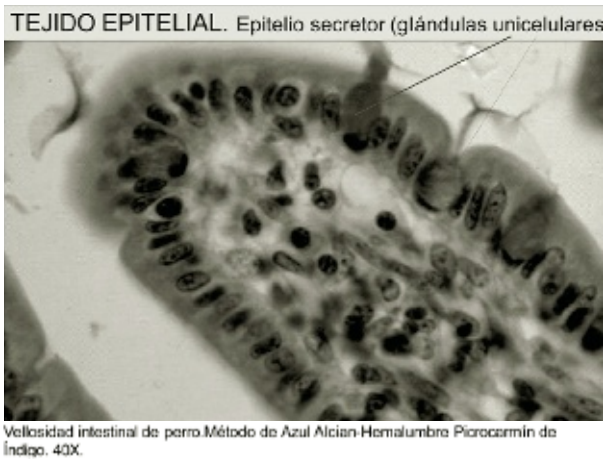


Figura 3. Epitelios secretor, glándulas unicelulares.

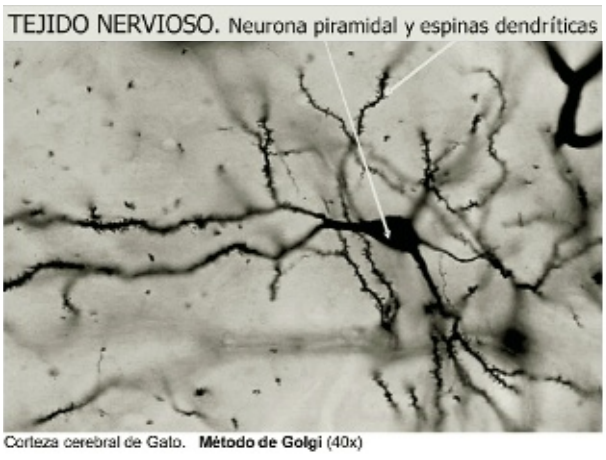


Figura 4. Neurona piramidal de la corteza cerebral con sus espinas dendríticas.



Figura 5. Astrocito protoplásmico, con pies vasculares sobre un capilar próximo.



Figura 6. Tejidos conjuntivos, laxo y denso (en la dermis de tegumento de anfibio). La epidermis de esta piel contiene numerosas glándulas serosas y mucosas.

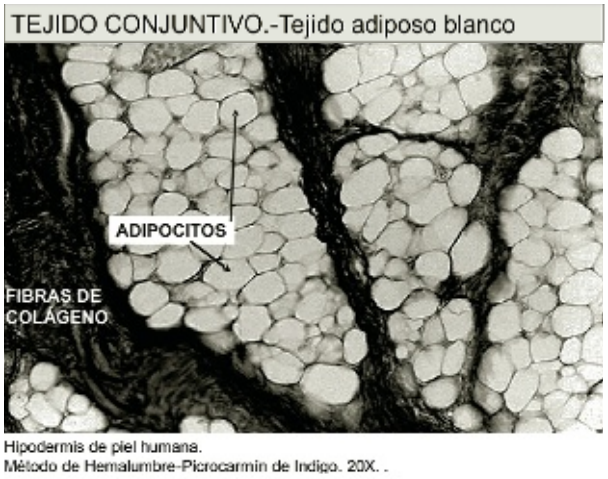


Figura 7. Tejido adiposo blanco en la hipodermis humana.



Figura 8. Tejido óseo compacto, unidades de Havers.



Figura 9. Tejido cartilaginoso y detalles de sus células.

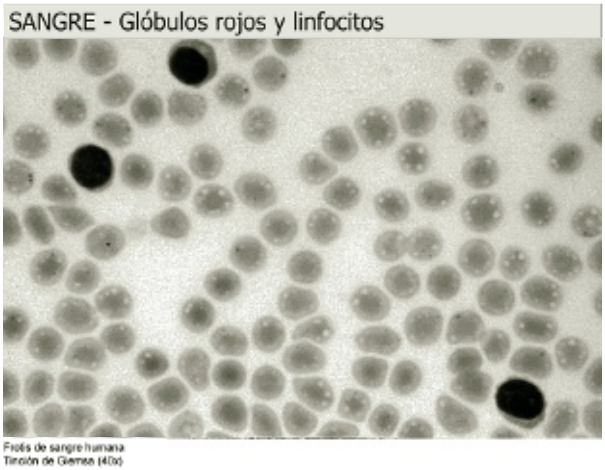


Figura 10. Glóbulos rojos y linfocitos humanos.

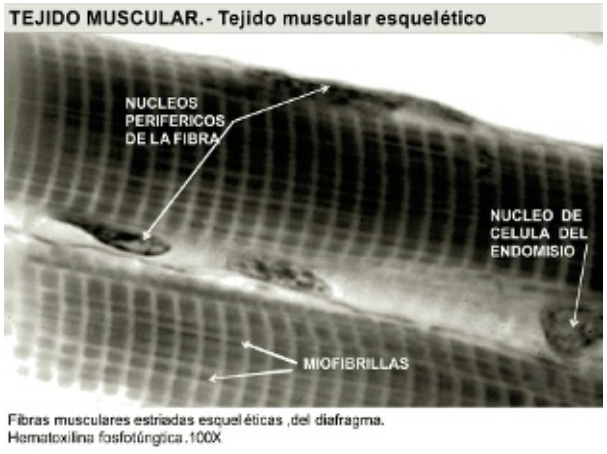


Figura 11. Fragmentos de dos fibras musculares estriadas esqueléticas.

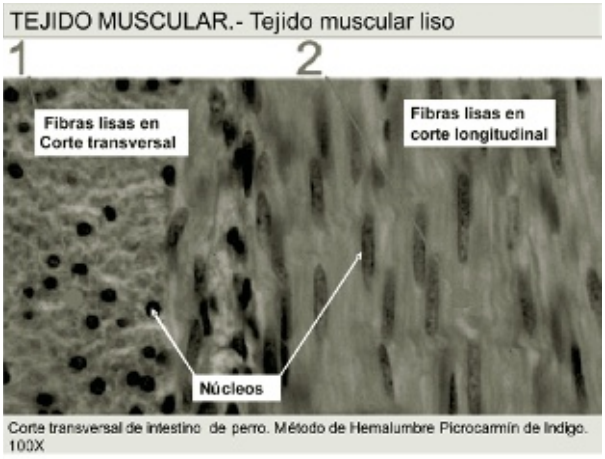


Figura 12. Fibras musculares lisas en sección transversal y sección longitudinal.

Conceptos y esquemas mentales de los alumnos acerca del modelo Sol-Tierra-Luna al inicio y al final de la Educación Secundaria

María Dolores García Díaz
magadimd@gmail.com

«Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo,
involúcrame y lo aprendo».
Benjamín Franklin

Palabras clave: maduración de conceptos, capacidad de realizar hipótesis, aprendizaje inadecuado, por influencias de los medios de comunicación.

Keywords: the maturing of concepts, ability to create hypotheses, inadequate learning, influences in the media.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis de la evolución de los conceptos del modelo Sol-Tierra-Luna a través de las propias representaciones de los alumnos, desde el inicio hasta el final de la Educación Secundaria, analizar sus esquemas mentales al comienzo de la etapa donde se encuentran los contenidos concernientes al tema y, finalmente, realizar el mismo estudio con los alumnos del último curso de Educación Secundaria.

Para ello, se realiza una comparativa de maduración de conceptos y la expresión de los mismos diferenciando los resultados obtenidos, examinando y comparando las respuestas de los alumnos, el rigor científico que aplican en sus argumentaciones, así como las explicaciones que exponen para racionalizar sus respuestas y adecuarlas al modelo lógico que tienen sobre el modelo planteado, para poder valorar el desarrollo cognitivo que tienen los alumnos en el transcurso de la etapa, comparando la capacidad de realizar hipótesis y los criterios que emplean según el momento en el que se encuentran y comprobar, además, si sus conceptos se han afianzado con el tiempo, o por el contrario se han deteriorado, bien a causa del mero olvido o por haber sido distorsionados por asociaciones derivadas de su entorno habitual, de un aprendizaje inadecuado, por influencias de los medios de comunicación, etc.

Abstract

The objectives of this work are to carry out an analysis of the evolution of students' concepts on the Sun-Earth-Moon model, examining the students' own representation of said model, from the beginning

to the end of secondary education, to analyse their mental schema at the beginning of the educational stage where contents on the subject are found, and, finally, to perform the same study with students in their final year of secondary education.

For this purpose, the analysis involves a comparison of the maturing of concepts and their expression, including the differentiation of the obtained results, examining and comparing student responses and the scientific rigour they apply in their argumentation, as well as the explanations they use to reason their responses and make them fit into the logic model they hold on the model in question. This analysis is done in order to be able to evaluate the cognitive development that students experience during this educational stage, comparing their ability to create hypotheses and the criteria they employ at specific times during the stage, and to test also whether their concepts have improved with time or whether they have deteriorated, either because of simply forgetting things or because the concepts have become distorted by associations arising in their normal environment, by inadequate learning, by influences in the media, etc.

Se desarrolla un estudio para conocer los conceptos científicos sobre el modelo Sol-Tierra-Luna de los alumnos de primer curso de Secundaria, con objeto de analizar sus esquemas mentales respecto al tema desde el comienzo de la etapa en el cual están los contenidos concernientes al tema y se prosigue el mismo estudio con los alumnos del último curso de Educación Secundaria, realizando una comparativa entre ambos con el fin de diferenciar los resultados obtenidos. Se busca el rigor científico de sus respuestas, si sus conocimientos se han afianzado con el tiempo, o por el contrario han empeorado, bien imputables al mero olvido o haber distorsionado sus conceptos por construcciones derivadas de su entorno habitual, de un aprendizaje informal, de medios de comunicación, etc. Algunas ideas denotan su persistencia a lo largo de la etapa y paralelismo con ideas vigentes a lo largo de la historia (Pedrinaci, 1996).

La importancia de que los estudiantes posean conocimientos correctos respecto a los contenidos del sistema «Sol-Tierra-Luna» es un aspecto muy relevante, tanto por su carácter cotidiano como porque sus efectos les acompañarán a lo largo de su vida (De Manuel, Montero 1995).

Es fundamental valorar el desarrollo cognitivo que tiene el alumno desde el primer curso hasta el último de la etapa, comparando la capacidad de realizar hipótesis y los criterios que emplean según el momento en el que se encuentran. La edad de los estudiantes en los que se ha realizado el estudio oscila entre los 12 y los 17 años, se encuentran en el estadio operacional formal. En esta etapa pueden razonar de manera hipotética y en ausencia de pruebas materiales están en condiciones de formular hipótesis alcanzando un razonamiento hipotético deductivo. Las estructuras mentales no son innatas, se adquieren con la experimentación y se van haciendo más complejas (Piaget, 1969).

Existen investigaciones en las que se deja explícito que conceptos erróneos sobre el modelo Sol-Tierra permanecen y son persistentes, no sólo en los estudiantes de Secundaria sino también en un amplio margen estudiantes de magisterio y profesores de Primaria por investigaciones realizadas al respecto (Camino, 1995; Cubero, 1989; Navarrete, 1998).

La comprensión del modelo Sol-Tierra-Luna a lo largo de la de la historia de la Ciencia ha sido un proceso flemático y lleno de impedimentos, constituyendo un gran obstáculo en la construcción del conocimiento científico como dejan evidenciado diferentes autores (Vega, 2000a; Navarrete; Azcárate y Oliva 2004). Formas de pensar enraizadas, tanto conceptual como metodológicamente, obstaculizan el progreso del conocimiento científico, hay que distinguir entre ideas construidas a partir de un conocimiento y las derivadas del conocimiento cotidiano o de la interacción entre las dos (Bachelard 1984).

En el caso de esta investigación realizada hay que puntualizar que los estudiantes de primero de la ESO aún no habían abordado el tema referente al estudio en la asignatura de Ciencias de la naturaleza, aunque sí habían acometido los contenidos de Ciencias Sociales del bloque 2 del currículum del BOCM del Real decreto 23/2007, *La Tierra, un planeta del Sistema Solar. Los movimientos de la Tierra y sus consecuencias geográficas*, además de los conocimientos que poseen de cursos anteriores de Primaria.

Dicho estudio comienza con la realización de un mismo cuestionario con diez propuestas sobre el tema elegido a dos cursos de primero de la ESO y a dos cursos de cuarto de la ESO, siendo acogida la propuesta de forma muy positiva entre todos los alumnos. Se les solicita que las respuestas sean expresadas básicamente a través de dibujos, con el fin de constatar gráficamente sus principales conceptos y explicar de forma escrita lo que intentan representar para comprender lo que el alumno entiende y si sus conceptos son acertados o no. Además, al ir acompañados con dibujos, proporcionan la ocasión de estudiar la coherencia entre los textos y dibujos para acercarse más a los conceptos del modelo que poseen los estudiantes (GIL, MARTÍNEZ, 2005) y las exposiciones que justifican sus razonamientos nos ofrecen mucha información sobre las concepciones de los alumnos (CUBERO, 1989).

Se realiza una revisión de los cuestionarios sobre los puntos planteados, con una extracción de datos para recoger sus ideas y, con ellos, obtener una estadística de sus conocimientos reflejados a través de sus dibujos, el nivel científico que aplican en sus conclusiones, así como las ideas erróneas más comunes entre ellos, relacionándolo con pensamientos tradicionalmente abundantes en la sociedad e incluso en la historia de los tiempos, puntualizando también la influencia de dibujos poco correctos de libros de texto, de elementos de la comunicación como la publicidad, el cine, cuentos, etc., en sus esquemas de conocimiento.

Hoy en día, la fuerza del lenguaje audiovisual es incuestionable. Las generaciones actuales tienen en este lenguaje su fuente principal de aprendizaje, copian lo que ven en Internet, libros de texto, de lectura, publicidad, periódicos, etc. El riesgo está en que lo aceptan como válido sin pensar que contienen en ocasiones aspectos erróneos, junto con la información subliminal de imágenes poco adecuadas que crean esquemas incorrectos, conceptos inapropiados que suelen quedar fijados durante mucho tiempo e, incluso, a veces, hasta de por vida.

En las conclusiones de todos ellos se admite una mejoría en los conocimientos, y sobre todo en la capacidad de expresión intentando dar una explicación científica a la respuesta que han realizado, así como conjeturas más elaboradas a medida que avanza la edad, aunque de forma independiente siguen existiendo errores que son arrastrados a lo largo del tiempo.

En los conceptos analizados se han encontrado nociones erróneas que se repiten con insistencia en gran número de alumnos y en ambas etapas, como son:

Comprensión de tamaños entre S-T-L: es una gran dificultad comprender determinadas dimensiones como las planetarias, la utilización de escalas espaciales es un impedimento para estructurar el conocimiento por parte de los alumnos (PEDRINACI, 2003). La dificultad de una posible observación directa de numerosos fenómenos determina un obstáculo para su comprensión (GARCÍA, 1998) y dicha dificultad puede verse ampliada por un lado por algunos dibujos/esquemas presentes en libros de texto, ya que en la representación del modelo no queda explícita para el alumno la proporcionalidad, y por otro lado en otras representaciones que, aunque estén explicando otro concepto que no sea el de los tamaños, la imagen percibida queda como información subliminal en los alumnos.

Así, sus concepciones de proporcionalidad de tamaños han sido:

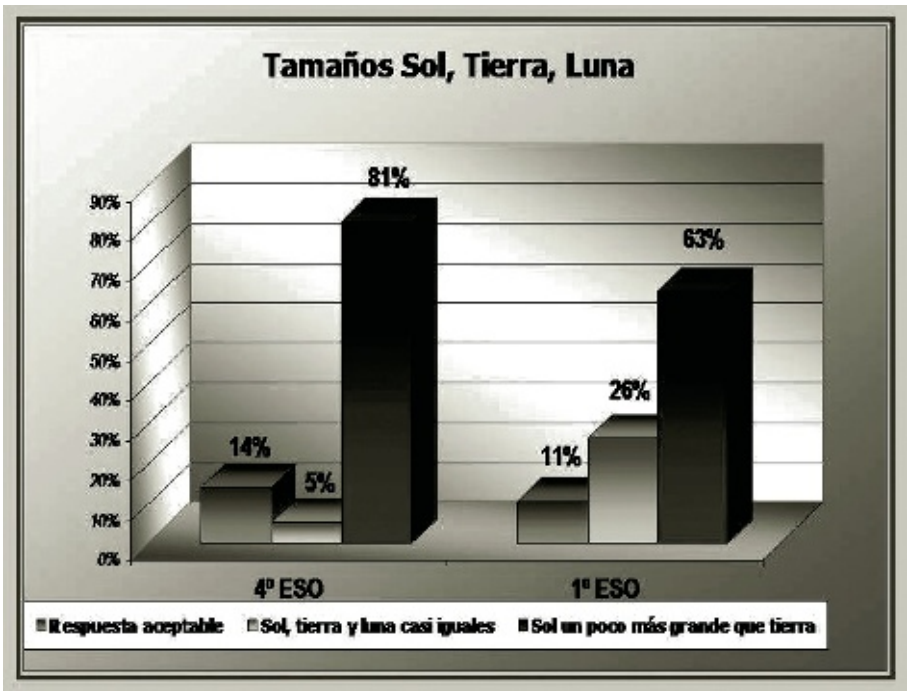
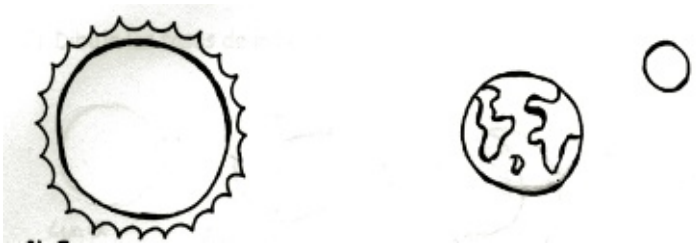
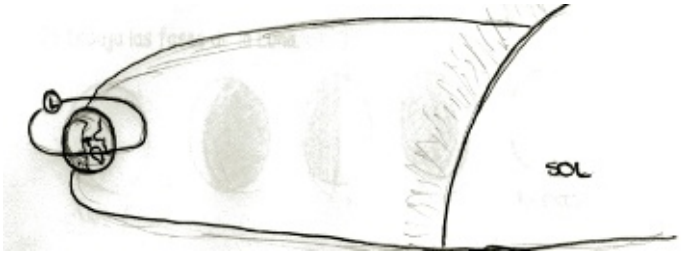


Figura 1. Estadísticas sobre la proporción de tamaño entre Sol, Tierra y Luna.



Dibujo 1, 4.º ESO.



Dibujo 2, 4.º ESO.

Estaciones: aparecen ideas confusas en relación con la causa de las estaciones, en ambos periodos estudiados relacionan por lo general los términos lejos y cerca como el motivo de los inviernos y veranos, en los dibujos explican que el verano coincide con situaciones en las que la Tierra se encuentra en una posición más cercana al Sol y el invierno con una posición más alejada del mismo. La mayoría dibujan gran excentricidad de la órbita de la Tierra, otros achacan exclusivamente la causa de la estaciones al movimiento de traslación de la Tierra sin indicar nada más. El hecho de estas explicaciones como causa de las mismas demuestra las dificultades propias del modelo S-T-L (De Manuel, 1995). Un porcentaje menor en ambos cursos lo relacionan con la inclinación del eje de la Tierra, como lo reflejan así los datos de la *Tabla II*:

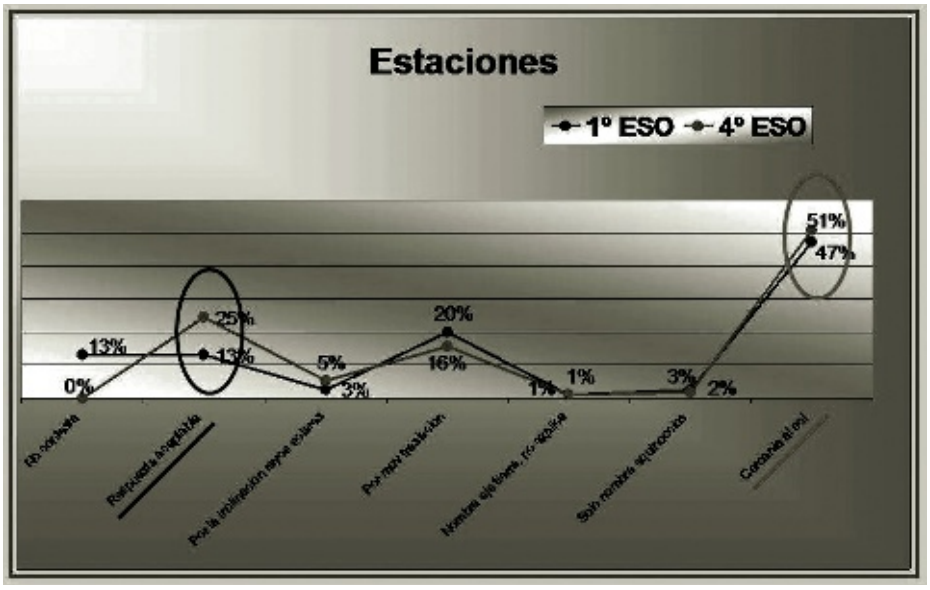
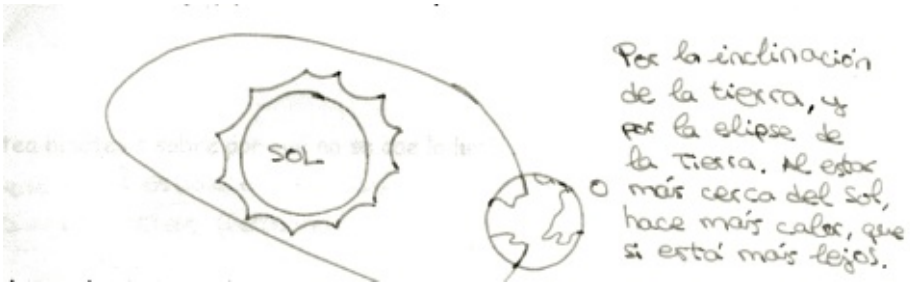


Figura 2. Datos obtenidos sobre la causa de las estaciones.



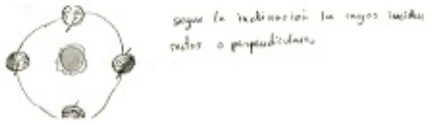
Dibujo 3, 1.º ESO.



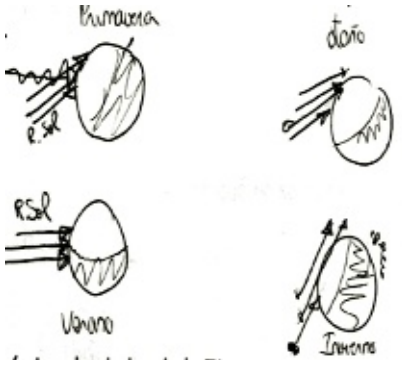
Dibujo 4, 4.º ESO.

El resultado mayoritario asocia causa/efecto entre la proximidad del Sol y la temperatura en la Tierra (*Dibujo 3, 1.º ESO y 4 de 4.º ESO*). Asocian el verano con los periodos de mayor cercanía, invierno con los de máxima lejanía y primavera/otoño como situaciones intermedias (Driver, Squires, Rushworth y Robinson, 1994). La causa de este modelo se debe a una representación muy excéntrica de la órbita de la Tierra, en muchos libros de texto aparecen ilustraciones con órbitas elípticas demasiado excéntricas, muchos alumnos encuentran en esos diagramas un contexto propicio para razonar equivalencias de *«a más cerca más calor»* (Navarrete; Azcárate y Oliva, 2004).

También atribuyen las estaciones al ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la Tierra, aunque no es explicado. En otros casos se indica el eje de rotación de la Tierra (*Dibujo 5, de 1.º ESO*), aunque falta el matiz de qué estación es en cada caso y en qué hemisferio. En otro tipo de representaciones (*Dibujo 6, 4.º ESO*) faltan conceptos importantes ya que no indican el eje de rotación, el dibujo señala que cuanto más oblicuos sean los rayos del Sol estaremos en invierno y cuando sean perpendiculares nos encontraremos en verano; por la representación realizada parece ser que comenta dicha incidencia sobre el hemisferio norte, sin indicar qué estación sería en el hemisferio contrario; no dibuja en este caso el Sol, aunque por la incidencia de los rayos parece que en las diferentes estaciones estuviera en diferentes planos el Sol.



Dibujo 5, 1.º ESO



Dibujo 6, 4.º ESO

Días y noches: asociar el día y la noche como consecuencia de la rotación de la Tierra es algo que queda claramente patente en un porcentaje altísimo en ambas etapas, pero acompañan a la respuesta correcta anotaciones como *«y por el eje de inclinación de la Tierra»*, otras como *«y el Sol no rota»,* y en bastantes casos indican el movimiento de rotación al contrario. Queda explícito que intentan aplicar una lógica a sus respuestas para adecuarlo con el modelo científico y utilizan todos los conceptos que conocen, aunque no los apliquen en el momento de la respuesta.

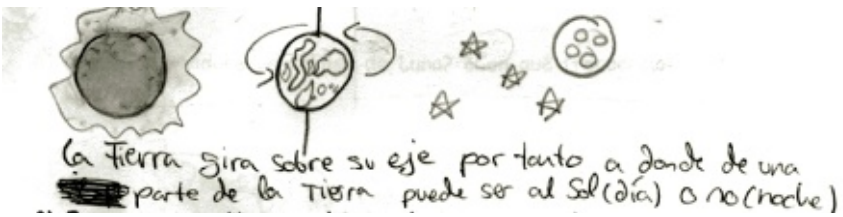
		1.º ESO	4.º ESO
Días y noches			
	– Por la rotación de la Tierra.	74 %	95 %
	– Indican inclinación. – El Sol no rota. – Indican movimiento de la Tierra al revés.		
	– Aparece el Sol, se esconde la Luna.	21 %	5 %
	– No contesta.	5 %	--

Tabla III.

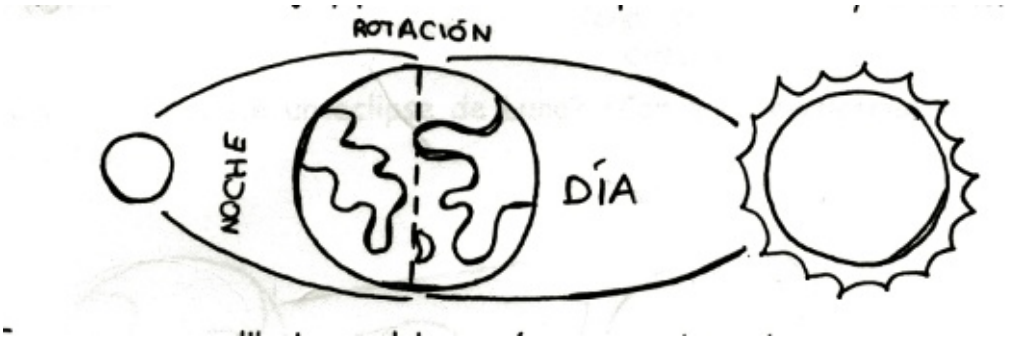
Posición de la Luna: la presencia de la Luna en el cielo nocturno es algo que queda claramente patente en un porcentaje altísimo, aunque asocian el día y la noche a la rotación de la Tierra. Al dibujar a Luna, siempre es situada en la zona de noche, la presencia de Luna se toma como condición de noche.

La Luna es un recurso muy utilizado, representaciones que ven desde la más tierna infancia en libros infantiles, como en medios de comunicación y publicidad, siempre siendo el icono principal de la noche y su principal protagonista y así queda patente en las representaciones realizadas por prácticamente la totalidad de los alumnos.

Este tipo de representaciones hace suponer que la presencia de la Luna es condición de noche (Vega, 2001).



Dibujo 7, 1.º ESO



Dibujo 8, 4.º ESO.

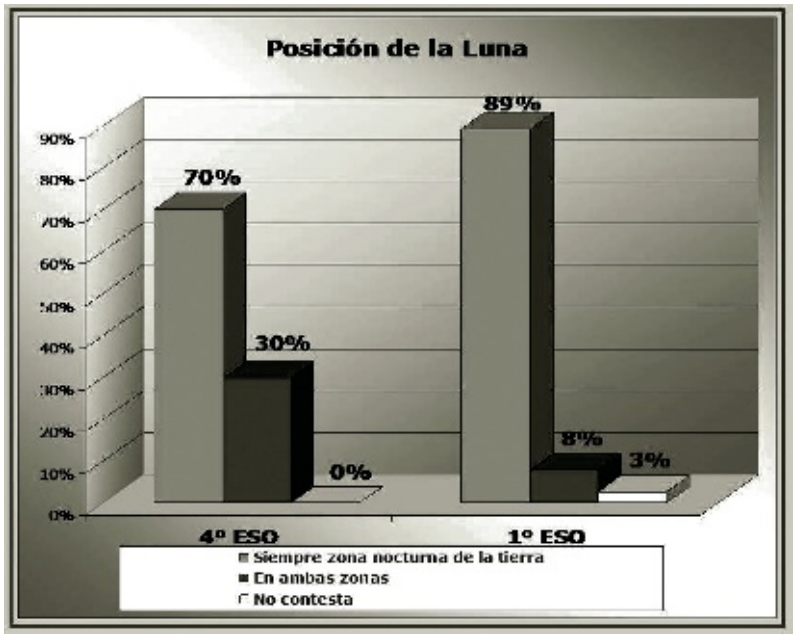


Tabla IV. Datos sobre donde se situa la Luna en los dibujos realizados.

Movimiento de la Luna: la Luna en apariencia no tiene movimiento, es difícil que lo percibamos por la distancia a la que se encuentra de la Tierra (384 400 km). Los objetos situados más próximos a nosotros dan la sensación de moverse con mayor rapidez que los que están lejos, como por ejemplo cuando un avión despega, el observador aprecia que se mueve con mayor rapidez que si lo observa ya volando en el cielo, donde por la distancia que los separa es más difícil detectar su movimiento.

Entre ambas etapas el porcentaje no tiene excesivas diferencias en la respuesta correcta, pero por los resultados obtenidos se deduce que existe desconcierto respecto al movimiento lunar.

	1.º ESO	4.º ESO
Movimientos de la Luna		
– Rotación y traslación.	58 %	47 %
– Sólo traslación.	32 %	38 %
– Sólo rotación.	5 %	10 %
– No gira.	2,5 %	5 %
– No contesta.	2,5 %	0 %

Tabla V.

Vista de la Luna: aunque por los datos de la *Tabla VI,* en la que en ambos grupos de estudiantes reconocen que la Luna tiene movimiento de rotación y traslación ante la propuesta de si siempre se ve la misma cara de la Luna o no, se demuestra gran cantidad de desajustes, dado que el número de estudiantes de 4.º ESO que afirman que siempre vemos la misma cara de la Luna es de un 49% y un 26% en 1.º ESO, cuando explican el motivo de ello solamente un 11% y 3% respectivamente expone una respuesta aceptable, el resto fuerza el modelo para intentar dar explicación a su respuesta.

Este concepto está muy confuso y mal estructurado en los alumnos y puede ser debido a representaciones incorrectas o imprecisas sobre el tema que no han quedado claras. Sobre esta cuestión en particular al terminar el cuestionario bastantes alumnos de 1.º ESO no sólo querían saber cuál era la respuesta correcta, sino que, además, lo que más solicitaron fue el porqué de la respuesta.

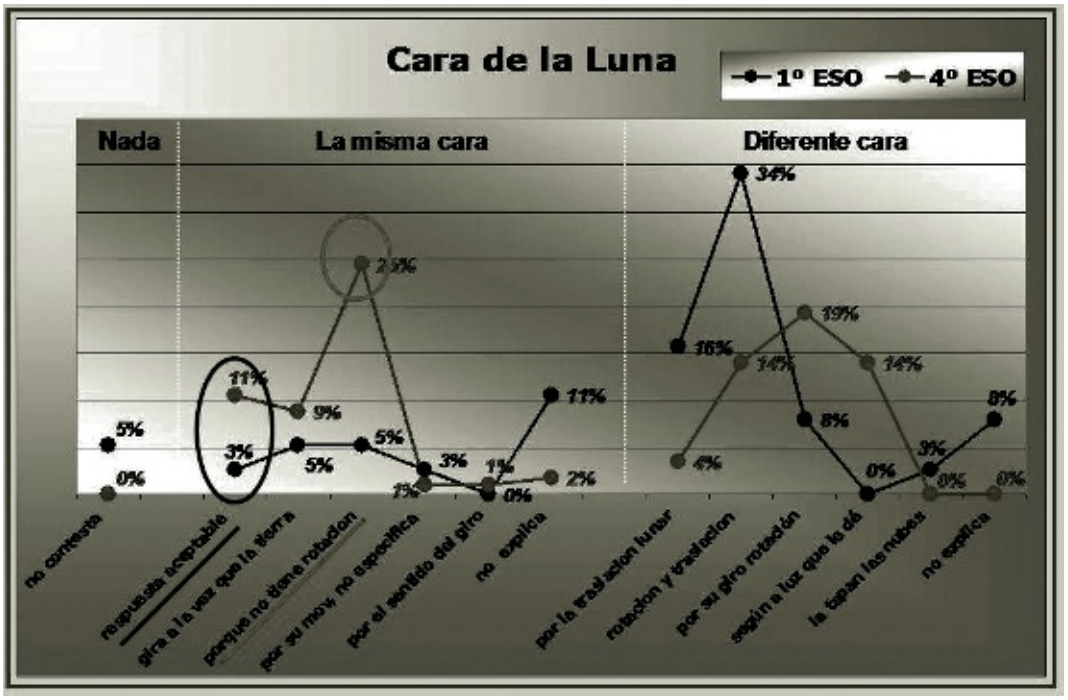
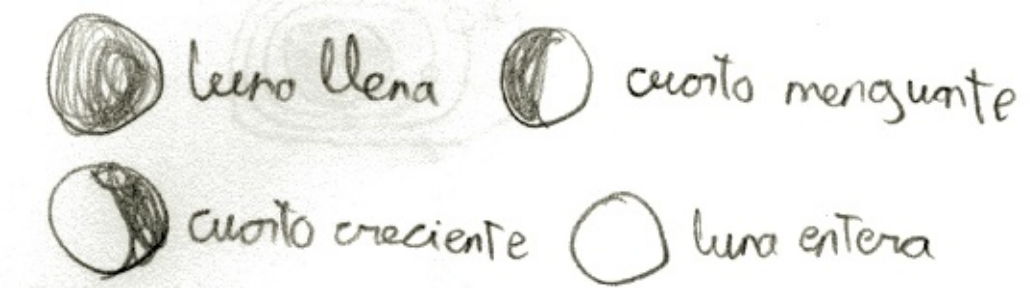
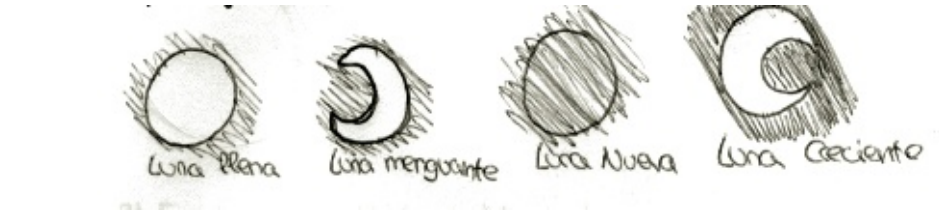


Tabla VI. Explicación de los alumnos de si vemos o no la misma cara de la Luna y el porqué de sus respuestas.

Fases de la Luna: en general todos han representado las fases lunares de forma aislada, sin secuencia entre ellas, sin indicar que son el resultado de las distintas perspectivas que tenemos de la iluminación solar sobre nuestro satélite a medida que éste completa su órbita alrededor de la Tierra, no dibujan el Sol ni la Tierra y en muchos casos confunden la fase menguante con la creciente y luna nueva con llena, así como realizan dibujos que dan imposibles fases lunares.



Dibujo 9, 1.º ESO





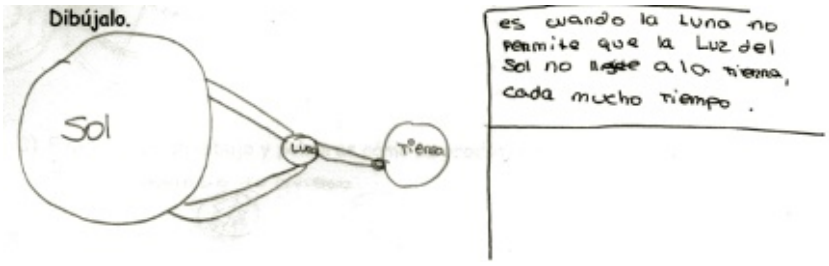




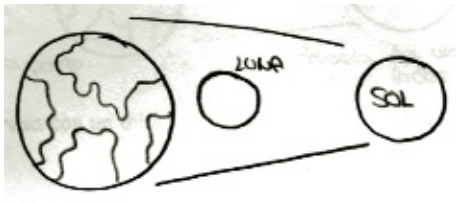
		1.º ESO	4.º ESO
Fases de la Luna			
	– Respuesta aceptable.	24 %	32 %
	– Al contrario creciente y decreciente.	37 %	30 %
	– Dibujo sin nombres de las fases.	26 %	30 %
	– No contesta.	13 %	8 %

Tabla VII.

Eclipse de Luna: Sol, Tierra y Luna son los componentes básicos que tienen que alinearse para que se produzca un eclipse. Por los datos de la *Tabla VIII*, es prácticamente la mitad de los alumnos que dibujan un eclipse de Sol, tanto de 1.º como de 4.º, los que expresan dificultades para construir un esquema que contenga a la vez un foco luminoso, un objeto iluminado, la sombra proyectada y el objeto eclipsado (GIL, MARTÍNEZ, 2005).



Dibujo 11, 1.º ESO



Dibujo 12, 4.º ESO

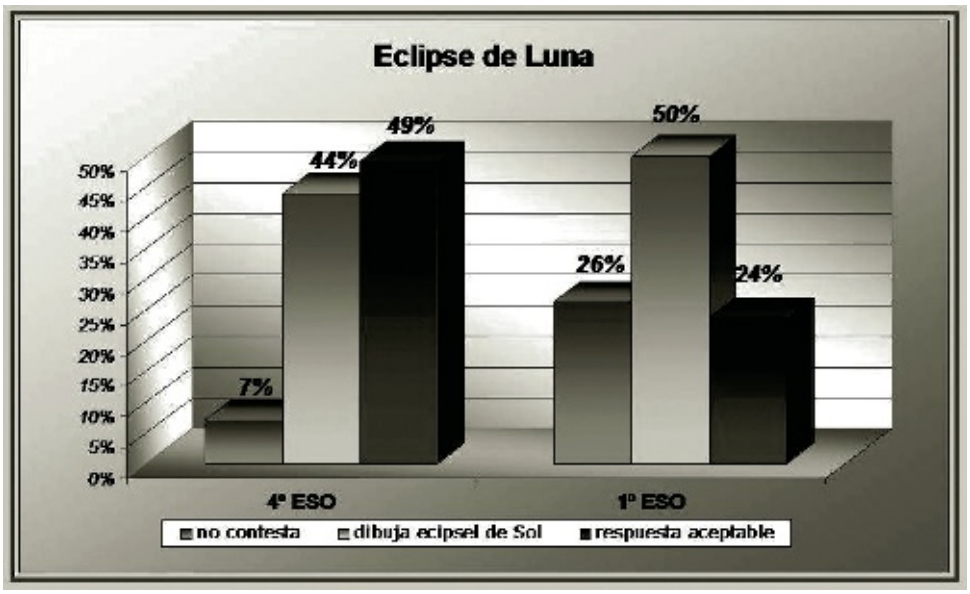


Tabla VIII. Datos obtenidos al analizar el esquema realizado por los alumnos al dibujar un eclipse.

En general, por los dibujos realizados, no están acostumbrados a comunicar ideas a través de representaciones y menos si requiere una representación espacial. Todos los dibujos son bidimensionales y carentes de perspectiva, dando prioridad al dibujo artístico frente al científico. En algunas representaciones se percibe la memorización de los diagramas de los libros de texto (como en la causa de las estaciones) y al realizar los dibujos mezclan conceptos, otros aparecen sueltos, como las fases de la Luna, que en ningún caso han sido relacionadas con la iluminación solar.

La vista tridimensional del modelo y sus movimientos relativos son fundamentales para su comprensión. Por las dificultades que implica el estudio del modelo, es de gran utilidad la aplicación de recursos interactivos que ayuden a su comprensión por medio de actividades (Castilla y De Pablo 2003). Dichos recursos, según estudios realizados, son más operativos en los alumnos como complemento posterior al aprendizaje del modelo (De Manuel, Montero 1995).

Desde que comenzó la *carrera espacial* en 1957 con la puesta en órbita del primer satélite, hasta los programas espaciales más actuales que tienen objetivos como la creación de estaciones espaciales que hagan posible la vida de las personas en el espacio exterior durante periodos de tiempo, el crecimiento en la investigación de las Ciencias Planetarias ha sido vertiginoso, con noticias que nos llegan a través de los diferentes medios de comunicación; y que interesan e impactan a gran parte de la población (Anguita, 2003). Pero este progreso no es implementado en los programas de Secundaria donde se trata el Sistema Solar para una mejor comprensión de la Tierra y su funcionamiento.

Bibliografía

Anguita, F. (2003). Ciencias planetarias para el ciudadano del siglo xxi. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (11.3) pp. 158-162.

Bachelard, G. (1938). La formación del espíritu científico. México: Siglo xxi. Trad. cast., 1948, 14a. ed., 1987.

Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna, *Enseñanza de las Ciencias, 13(1), pp. 81-96.*

CASTILLA, G; DE PABLO, M. A (2003). Recursos educativos en Ciencias Planetarias. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.*, (11.3), pp. 223-228.

CUBERO PÉREZ, R. (1989). Cómo trabajar con las Ideas de los Alumnos. Sevilla, España. *Díada Editora S.L.*

DE MANUEL, J.; MONTERO, A (1995). Dificultades en el aprendizaje de modelo Sol-Tierra. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.*, (3.2), pp. 91-101.

DE MANUEL, J. (1995). ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.*, 13(2), pp. 227-236.

DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P. y WOOD-ROBINSON, V. (1994). *Dar sentido a la ciencia secundaria: la investigación de ideas de los niños.* Routledge.

GARCÍA, C. M (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias,* 16 (2), pp. 323-330.

GIL, M. J., MARTÍNEZ, M. B. El modelo Sol-Tierra-Luna en el lenguaje iconográfico de estudiantes de magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005, 23(2), pp. 153-166.

NAVARRETE, A; AZCÁRATE, P. y OLIVA, J. M.ª (2004). Algunas interpretaciones sobre el fenómeno de las estaciones en niños, estudiantes y adultos: revisión de la literatura. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* Vol. 1, N.º 3, pp. 146-166.

NAVARRETE, A. (1998a). Algunas aportaciones sobre las concepciones de los futuros maestros en torno a los movimientos relativos del sistema Sol-Tierra. En E. Banet y A. de Pro (coods.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Vol. II. DM: La pobla de Segur.

NAVARRATE, A. (1998b). Una experiencia de aprendizaje sobre los movimientos relativos del sistema «Sol/Tierra/Luna» en el contexto de la formación inicial de maestros. *Investigación en le Escuela*, n.º 35, pp. 5-20.

PEDRINACI, E. (1996). Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en Geología, *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales n.º 7*. pp. 27-36.

PEDRINACI, E. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la geología, *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó, 2003. pp. 147-174.

PIAGET, J. (1969). Psicología y pedagogía. Barcelona: Ariel.

VEGA, A. (2001). Tenerife tiene seguro de Sol (y de Luna): Representaciones del profesorado de primaria acerca del día y la noche. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, pp. 31-44.

VEGA, A. (2007). Ideas, conocimientos y teorías de niños y adultos sobre las relaciones Sol-Tierra-Luna. Estado actual de las investigaciones. *Revista de educación*, 342. Enero-abril 2007, pp. 475-500.

La estructura de la atmósfera de Marte

Antonio Molina Jurado,
Miguel Ángel de Pablo Hernández
Departamento de Geología. Edificio de Ciencias
Universidad de Alcalá
28871, Alcalá de Henares, Madrid
a.molinaj@uah.es
miguelangel.depablo@uah.es

Palabras clave: Atmósfera, Marte, reflexión, temperatura, base de datos.

Keywords: Atmosphere, Mars, reflex, temperature, database.

Resumen

El estudio comparado de las atmósferas de la Tierra y otros planetas, además de resultar atractivo al alumno de enseñanzas secundarias o de los primeros cursos de grado, le permite reflexionar sobre el funcionamiento y la estructura de la atmósfera. Para ello se propone una actividad basada en el uso de la Base de Datos Climática de Marte (disponible *on line*: www-mars.lmd.jussieu.fr) y una simple plantilla de *Excel,* desarrollada ex-profeso por los autores de este trabajo. Con estos elementos se plantea una actividad mediante la cual el alumno reflexione sobre la atmósfera de la Tierra y de Marte, a través de la observación y el debate.

Abstract

The comparative study between Earth's and Mars' atmospheres is an attractive alternative for midlevel students to learn about how it is atmospheres structure and processes. For this activity it is used the Mars Climate Database (available *on line*: www-mars.lmd.jussieu.fr) and a simple excel spreadsheet, which we have been developed. The activity we propose here using these elements, makes the student think through observation and discussion.

1. Introducción

1.1. Justificación

Los currículos de algunas asignaturas de Educación Secundaria, así como en niveles universitarios de estudios como Geografía, Geología o Física, contemplan el estudio de la atmósfera, su estratificación y composición, así como su relación con las características orbitales de la Tierra. Sin embargo, pocas veces se le ofrece al alumno la posibilidad de reflexionar sobre las consecuencias de una modificación en los principales parámetros de la misma: ¿qué pasaría si la densidad atmosférica fuera mucho menor?, ¿y si la órbita alrededor del Sol fuera mucho más excéntrica?, ¿cómo se estratificaría la atmosfera con diferentes

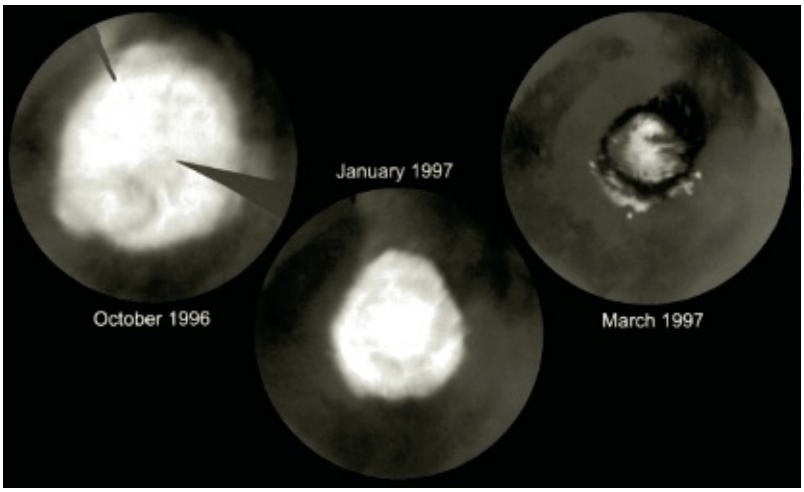
condiciones, y cómo afectaría eso a la vida y la dinámica de nuestro planeta? Los expertos aseguran que, pese a sus diferencias actuales, en sus inicios la Tierra y Marte no eran tan diferentes (ej., Barlow, 2008), a pesar de las desigualdades tan evidentes que se encuentran en la actualidad. El objetivo de esta actividad es permitir profundizar en el conocimiento de la atmósfera, a través del estudio de las características de la atmósfera de Marte y su comparación con la atmósfera terrestre. Todo esto se lleva a cabo mediante el desarrollo de actividades sencillas basadas en conocimientos básicos de las Ciencias de la naturaleza.

1.2. La atmósfera de Marte

Tanto las estaciones, como la existencia de casquetes helados en los polos, la capa de ozono, las nubes o los sistemas generales de corrientes, son consecuencia directa de la situación y el modo de desplazarse de la Tierra dentro del Sistema Solar (Tarbuck y Lutgens, 1999). Es bastante intuitivo que un planeta tan cercano al Sol como Mercurio será mucho más cálido que el nuestro, y sus años serán más cortos. Venus, que tarda más en realizar una vuelta alrededor de sí mismo que alrededor del Sol, y que por tanto tiene un día más largo que su año, exhibe grandes diferencias de temperatura en su superficie. Sin embargo, Marte es un planeta con unas características mucho más similares a las del nuestro, aunque esas pequeñas diferencias marquen desigualdades más que evidentes entre ambos cuerpos planetarios (ej., Carr, 2006; Barlow, 2008). Además, los expertos aseguran que en sus inicios ambos planetas no eran tan diferentes, y que hace varios millones de años, Marte fue muy similar a la Tierra (ej., Forget *et al.*, 2006). Por tanto, la comparación entre ambos planetas obliga a razonar sobre aspectos básicos de la naturaleza de la Tierra, y a poner en juego una gran variedad de conocimientos.

La atmósfera de Marte tiene un grosor y densidad mucho menores que las de la Tierra. La presión superficial media en Marte es una centésima parte de la de la Tierra (unas 0,007 atm). Además, se producen importantes variaciones en la presión superficial, tanto estacionales como debidas al relieve, que en Marte es especialmente acusado. Las principales variaciones de presión se deben a la sublimación del hielo de los polos, que ponen en la atmósfera grandes cantidades de CO_2 y agua (Forget *et al.,* 2006).

La atmosfera de Marte se compone esencialmente de CO_2, pequeñas cantidades de nitrógeno y argón y otros elementos traza. También incluye una capa de ozono de escasa entidad, unas 1 000 veces menor que en la Tierra. Por ello no bloquea los rayos ultravioleta (UV) y es incapaz de retener grandes cantidades de radiación, como hace la Tierra.



Cambios estacionales en la capa de hielo del polo norte de Marte, debido a la sublimación que se produce de forma anual. Las imágenes se han realizado mediante mosaicos de imágenes tomadas por el telescopio espacial Hubble (Hubble Space Telescope, HST) entre octubre de 1996 y marzo de 1997 (*Fuente*: NASA Images).

Por otro lado, Marte es un planeta frío. La temperatura media superficial es de unos –55 °C, mientras que en la Tierra se podría establecer un valor medio de 15 °C. Cabe destacar que de no producirse el sistema de corrientes, la temperatura media sería de unos –27 °C, lo que haría inviable la vida en nuestro planeta. En Marte se producen importantes diferencias de temperaturas estacionales y latitudinales, y a lo largo del día. Mientras que en los polos, durante el invierno, se alcanzan temperaturas de hasta –140 °C, durante el día en latitudes medias se pueden alcanzar hasta los 22 °C (Kieffer *et al*., 1977). Además, durante las tardes de verano del hemisferio sur se pueden encontrar temperaturas superficiales de alrededor de 20 °C, pero al caer la noche se pueden alcanzar los –100 °C en un mismo punto (Forget *et al*., 2006).

Como es de suponer, por las características anunciadas anteriormente, la estratificación de la atmósfera marciana es también diferente a la terrestre. La atmósfera de Marte puede dividirse en tres partes (superior, media e inferior). En la parte inferior la temperatura disminuye con la altura (al igual que en la troposfera terrestre). Esta capa alcanza los 45 km de altura. En la parte media de la atmósfera, la tendencia es similar, sin producirse la inversión térmica que se da en la estratosfera terrestre. Esto se debe a la baja cantidad de ozono enunciada anteriormente. Al igual que en la mesosfera terrestre, el gradiente negativo en esta zona se debe a la absorción de energía en el infrarrojo cercano y la emisión de radiación por parte del CO_2. Ya en la parte superior, a partir de los 110 km de altura, el gradiente se invierte: aumenta la temperatura con la altitud, como en la termosfera de la Tierra. Esto se debe también a que el efecto de la absorción de la radiación UV aumenta con la altura (Carr, 2006).

2. Material y métodos

2.1. Base de Datos Climática

Para el desarrollo de esta actividad se cuenta con la *Mars Climate Database* (MCD; Forget *et al*., 1999), o Base de Datos Climática de Marte, que se encuentra disponible en Internet a través de una aplicación *on line* (www-mars.lmd.jussieu.fr). La MCD es un modelo ampliamente validado de la atmósfera de Marte, desarrollado por un equipo francés asociado a la Agencia Espacial Europea (*European Spacial Agency*, ESA). A partir de esta aplicación *(Figura 1)* se pueden obtener los principales parámetros atmosféricos (densidad, presión, temperatura), así como otros parámetros más complejos en todas sus componentes, para cualquier hora y mes. Esta información se puede obtener tanto en formato de tabla como de gráfica. En la aplicación *(Figura 1)* se dispone de un menú (a la izquierda de la pantalla) donde se muestran los distintos pasos que deberemos seguir para obtener el dato final. En primer lugar se elegirá la base de datos (*Dataset*), para lo que se elegirán un escenario medio de polvo y flujo solar (*Martian Year 24 dust and average solar flux scenario*), el mes que nos interese, la coordenada vertical y marcar que se desean obtener valores medios. A continuación, se debe seleccionar la variable que se desea estudiar. Una vez realizados los pasos anteriores, la página se muestra similar a la *Figura 1*, pudiendo seleccionar las componentes (*select view*), el tipo de salida (*select output*, entre imágenes, tablas, documentos de texto, etc.), la región del planeta o unas coordenadas concretas, y, por último, las horas y la altitud en el caso de parámetros atmosféricos. En el ejercicio aquí planteado se han obtenido datos para las coordenadas correspondientes a Nili Fossae (25 °N; 75 °E), por tener una localización intermedia y un comportamiento conocido por los autores de este trabajo. Finalmente, se obtiene la salida solicitada en una nueva ventana (*output*). De tratarse de una imagen, los alumnos podrán guardarla o incluirla en documento correspondiente a la memoria de la práctica. Para introducir los datos en la hoja *Excel*, estos se pueden extraer en múltiples formatos. Lo más sencillo es obtenerlo como «inspección rápida» (*Quick inspection*) y copiar y pegar en la plantilla directamente, sin necesidad de abrir archivos ni realizar conversiones.

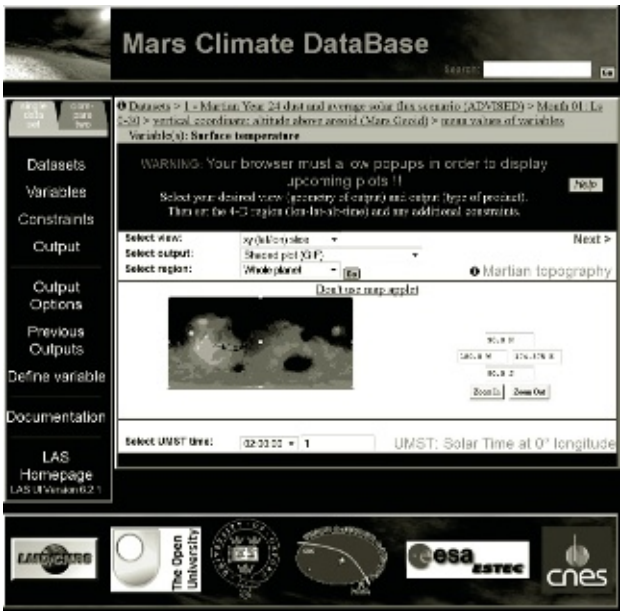


Figura 1. Captura de la página web de la Base de Datos Climática de Marte (www-mars.lmd.jussieu.fr), en la pantalla de elección de las condiciones de contorno (*constraints*).

2.2. PARTES DE LA ACTIVIDAD

Previa explicación de los principales rasgos de Marte y de ofrecer un guión con la información básica de la actividad, se pondrán a disposición del alumno unas plantillas de *Excel,* que deberán ser completadas por cada alumno o en grupos con la información extraída de la Base de Datos Climática de Marte. Estos documentos de Excel se encuentran especialmente diseñados para que su uso resulte lo más sencillo posible (ya que lo que se busca con esta actividad es el razonamiento científico del alumno, no la capacitación técnica). La plantilla, así como otra información adicional, puede descargarse desde la siguiente dirección:

www2.uah.es/planetlab/divulgacion/Atm_Marte.zip

encontrándose en este fichero comprimido, tanto la hoja de cálculo como instrucciones adicionales, que podrán ser actualizadas periódicamente. En cualquier caso, tanto a través de la página web de la Base de Datos Climática como gracias a estas hojas de cálculo, se obtendrán perfiles altitudinales, diagramas temporales y mapas de isolíneas, que reflejen los cambios espaciales y temporales de los principales parámetros atmosféricos en Marte. Mediante los mismos, se incitará al grupo a discutir sobre la dinámica de la atmósfera de Marte y la naturaleza de sus principales parámetros, así como a compararla con los datos medios dados para la atmósfera de la Tierra. Queda a criterio del profesor recortar la actividad, restringiéndola al estudio de algunos, u ofreciendo al alumno algunos de los datos y que así solo tenga que rellenar parcialmente las tablas. La actividad, por tanto, podría dividirse en una serie de pasos, a criterio del profesor, proponiendo aquí los siguientes:

2.2.1. ACERCAMIENTO

Se invita al alumno a realizar un primer encuentro con la página, obteniendo parámetros medios de temperatura, presión y humedad; valores singulares que sean representativos de todo el planeta. Se realiza entonces la primera comparativa de datos con la Tierra. Los resultados de los siguientes apartados se irán resumiendo la primera hoja de cálculo del fichero *Excel* facilitado, pudiéndose discutir de forma posterior. También se pedirán dos salidas gráficas, un par de diagramas Latitud-Longitud (es decir, mapas

de isolíneas) para la cubierta de hielo de CO_2, que comprendan diferentes estaciones *(Figura 2)*. Entonces, se hablará sobre la estacionalidad de los polos (Apartado 1.2.).

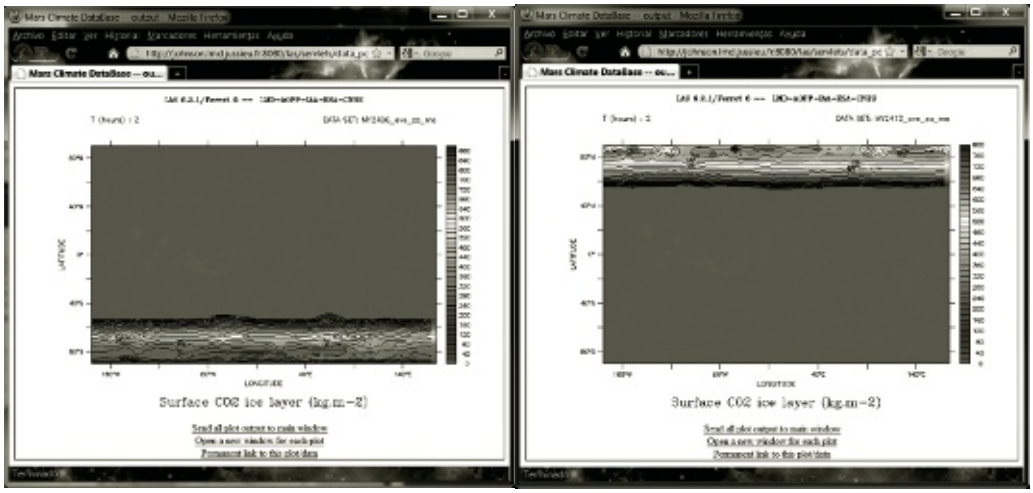


Figura 2. Dos capturas obtenidas de la web de la Base de Datos Climática de Marte (www-mars.lmd.jussieu.fr), con los valores de cobertura de hielo de CO_2, en los meses 6 (izda.) y 12 (dcha.).

2.2.2. TEMPERATURA SUPERFICIAL

La primera parte de la actividad se centra en el estudio de un parámetro sencillo, como la temperatura superficial. Se estudia cómo varía a lo largo del día (Temperatura-Horas, en punto dado, *Figura 3*) y del año (Temperatura-Mes), haciendo hincapié en el rango de los valores, y a su relación con las características

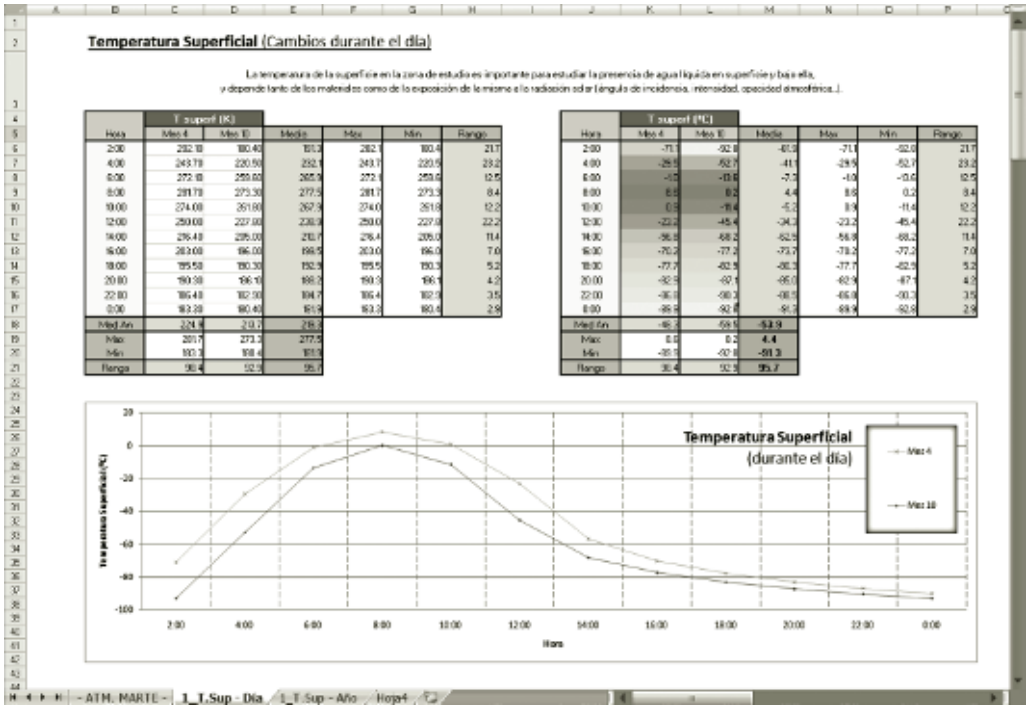


Figura 3. Hoja del formulario Excel desarrollado para esta actividad, correspondiente a los cambios en la temperatura superficial durante el día. Solo se permite la introducción de datos en ciertas casillas, y una vez hecho, estos se transforman a otras unidades y se realizan cálculos estadísticos, así como una gráfica que permite su visualización y análisis.

orbitales de Marte. La hoja de cálculo se encuentra diseñada para que solo se puedan modificar ciertas celdas, y que cuando esto se produzca se calculen estadísticas y se dibuje la representación gráfica de los datos. Además de estos diagramas Temperatura-Tiempo, se pedirán gráficas (Latitud-Longitud) para visualizar la distribución espacial de la temperatura y la influencia de la topografía. El relieve general del planeta se puede consultar en la propia página web, pulsando en *«Martian topography» (Figura 1)*.

2.2.3. Temperatura atmosférica

A continuación, se seguirá el mismo procedimiento anterior, pero para la temperatura atmosférica. Al obtenerla, se tomará la menor altura que permite el modelo (5,53 m). Se compararán estos valores con los anteriores y se discutirá el efecto atenuador de la atmosfera, a pesar de su escasa entidad.

2.2.4. Presión atmosférica

En este caso se hará algo semejante a lo anterior pero respecto a la presión atmosférica. Se relaciona las variaciones de presión con los cambios de temperatura y se retoma la estacionalidad de los polos, para introducirlos en el debate. Se recomienda dar especial importancia la relación densidad-presión-temperatura de la atmósfera.

2.2.5. Perfil de temperatura atmosférica

Por último se pedirá realizar un perfil de variación de temperatura con la altura, que se generará en una hoja *Excel* que ya contiene un perfil tipo de la Tierra. Una vez obtenido, se discuten y comparan las diferentes zonas, sus implicaciones, y tratar de nuevo la importancia de la capa de ozono.

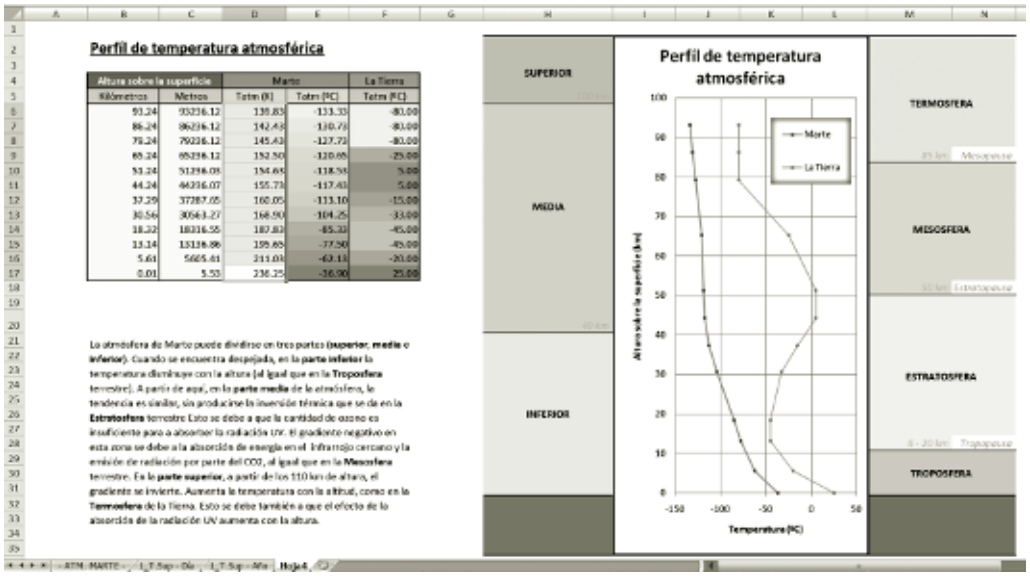


Figura 4. Hoja del formulario Excel desarrollado para esta actividad, correspondiente a la estructura de la temperatura con la altura. Los valores para la Tierra vienen integrados, y permite que se puedan comparar ambos valores fácilmente, estando la teoría integrada en la propia hoja.

3. Conclusión

Mediante el manejo del alumno de una herramienta sencilla y de libre acceso, como es la Base de Datos Climática de Marte, que se ha obtenido a partir de los últimos conocimientos científicos, se pretende que el alumno obtenga unos datos muy semejantes a los reales y aprenda a interpretarlos, razonando y

asentando conocimientos sobre física, meteorología y clima. El hecho de tratar con la atmósfera de otro planeta sirve de excusa, que genera una motivación extra y permite captar en mayor grado el interés de los alumnos de cualquier edad. De esta forma puede transmitirse a los alumnos algunos conocimientos básicos sobre una atmósfera de otro planeta, como es la de Marte, y a su vez asentar y ampliar los conocimientos que se tengan sobre la propia atmósfera de la Tierra, sensibilizándoles sobre la importancia de esta capa gaseosa y la influencia de su estructura y naturaleza en que la Tierra sea un planeta habitable.

Bibliografía

Barlow, N. (2008). Mars, an introduction to its interior, surface and atmosphere. *Nueva York, Cambridge University Press.*

Carr, M. H. (2006). The Surface of Mars. Cambridge. *Nueva York, University Press.*

Forget, F. *et al*., (1999). Improved general circulation models of the Martian atmosphere from the surface to above 80 km. *Journal of Geophysical Research,* 104 (24) 155-176.

Forget, F., Costard, F. y Lognonné, P. (2006). Planet Mars, Story of another world. *Berlín, Springer-Praxis.*

Kieffer, H. H., Martin, T. Z, Peterfreund, A. R. y Jakosky, B. M. (1977). Thermal and albedo mapping of Mars during the Viking primary mission. *Journal of Geophysical Research,* 82. p. 4249-4291.

Tarbuck, E. J. y Lutgens, F. K. (1999). Ciencias de la Tierra. *Madrid, Prentice Hall.*

Actividades sobre los cráteres de impacto de la Tierra

Miguel Ángel de Pablo Hernández, Antonio Molina Jurado
Departamento de Geología. Edificio de Ciencias
Universidad de Alcalá
28871, Alcalá de Henares, Madrid
miguelangel.depablo@uah.es
a.molinaj@uah.es

Palabras clave: Geología, Física, cráteres de impacto.

Keywords: Geology, Physics, Impact craters.

Resumen

En esta actividad se pretende que el alumno vislumbre cómo las Ciencias de la naturaleza están relacionadas unas con otras, y que son necesarias para entender las observaciones. En este trabajo se propone una posible cadena de ejercicios que el profesor puede ampliar o simplificar, adaptándolos a sus necesidades, recursos e intereses. Estos ejercicios, dirigidos al estudio de los cráteres de impacto de la Tierra, mezclan la representación de datos sobre mapas y gráficos, la deducción de ecuaciones físicas, y el análisis crítico de datos, con el incentivo de explorar un proceso muy común en el Sistema Solar, como son los cráteres de impacto. A pesar de esto, es un proceso que no se recoge nunca en los libros de texto, y que con la adecuada orientación por parte del profesor, puede servir para introducir conceptos y temas relacionados con múltiples aspectos del método científico y de la geología.

Abstract

This activity is intended for students to glimpse how the natural sciences are related to each other, and how their interaction is necessary to understand the observations. We propose here a sequence of exercises that the teacher could expand or simplify, to adapt to their needs, resources and interests. These exercises, designed to study impact craters on Earth, mixed representation of data on maps and charts, the obtain of physical equations, and the critical analysis of data, with the incentive to explore a very common process in the System Solar (impact cratering), but that never is reflected in the textbooks and that, with proper guidance from the teacher, may serve to introduce concepts, topics and issues related to multiple aspects of the scientific method and the geology.

1. Introducción

En general, las asignaturas son entendidas por los estudiantes como cajones estancos sin relación entre unas y otras. Y una de las asignaturas que más se resiente de ello es la Geología, que como una de las

Ciencias de la naturaleza, necesita de la Física, la Química y la Biología para poder ser comprendida en sus múltiples escalas. Por ello, la introducción de actividades en el aula dirigidas a entender distintos aspectos de la Geología desde el punto de vista de otras de las Ciencias de la Naturaleza supondrá facilitar una visión multidisciplinar al alumno, y un soporte para entender los procesos geológicos, muchos de los cuales ocurren a escalas de tiempo o de energía difíciles de asumir.

Con este fin se propone una actividad consistente en una serie de ejercicios cuyo objetivo es estudiar los cráteres de impacto terrestres y que permitan al profesor introducir una serie de conceptos geológicos como la tectónica de placas, la evolución geológica, la situación de la Tierra en el Sistema Solar, etc. Una gran parte de estas actividades están basadas en el uso de ecuaciones físicas sencillas. Aunque estas ecuaciones simplifican las condiciones reales en las que se produjeron los impactos meteoríticos que produjeron los cráteres, permiten hacer una primera aproximación al proceso de impacto meteorítico y asteroidal (ej., Melosh, 1989; Hartmann, 1995; Greeley *et al.*, 1998; Kelly *et al.,* 1999).

Los ejercicios que aquí se presentan ya han sido realizados con estudiantes de Educación Secundaria (Uceda *et al.*, 2009), pero pueden ampliarse con ecuaciones más complejas que escapan al currículo de las asignaturas de Física existentes en Educación Secundaria y Bachillerato, en función de los intereses de los alumnos y el profesor. Además, gracias a una serie de programas *on-line*, el estudiante puede ver las diferencias entre los modelos físicos sencillos desarrollados por ellos, y los modelos más complejos y más realistas. En este trabajo se describen brevemente los ejercicios propuestos, para que sirvan como fuente de ideas y para que el profesor la configure y diseñe a su gusto e interés.

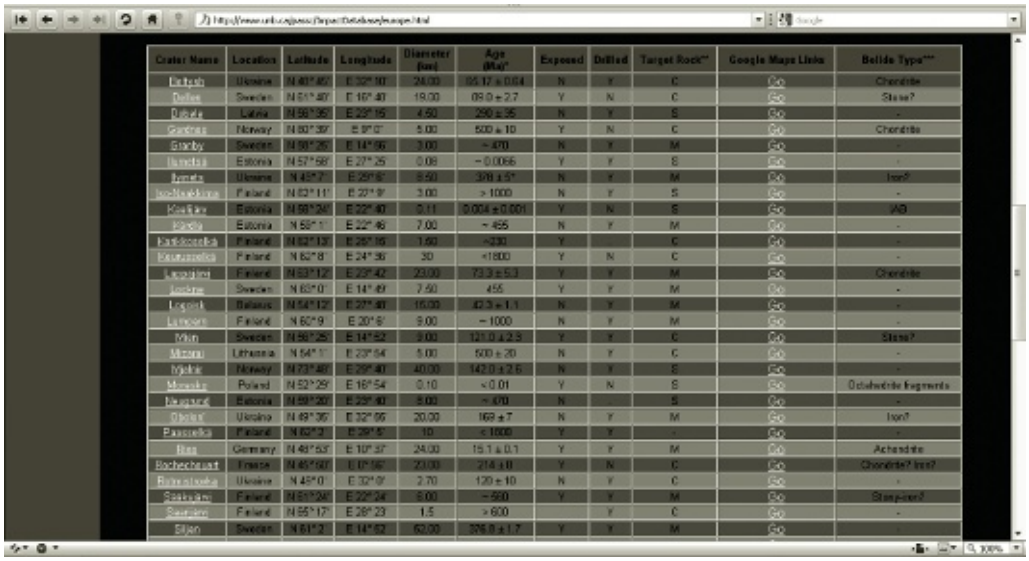
2. Desarrollo de la actividad

El estudio de los cráteres de impacto se puede hacer desde múltiples puntos de vista (astronomíco, físico, petrológico, estratigráfíco, climatológico…), y tiene una gran diversidad de implicaciones en el clima, el desarrollo de la vida en la Tierra, etc. En esta actividad, se busca atraer la atención del alumno hacia los cráteres de impacto de la Tierra *(Figura 1)*, para que sirva como excusa para introducir otros muchos aspectos geológicos como la tectónica de placas, la evolución geológica, la dinámica atmosférica, etc. Pero esta actividad pretende que el alumno caiga en la cuenta por si solo de cómo las Ciencias de la naturaleza no pueden estudiarse por separado, sino que el universo sólo puede entenderse desde un punto de vista multidisciplinar y que unas ciencias requieren de las otras para poder obtener más información sobre su origen y evolución. Por ello, esta actividad se divide en varios ejercicios que los alumnos, en grupos o de forma individual, deben resolver para posteriormente discutir los resultados (en grupos o en un debate con todos los alumnos del aula).

Los ejercicios que constituyen esta actividad son:

1. Los cráteres de impacto, con el que se pretende acercar al alumno a estos rasgos geológicos.
2. Impactos en la Tierra, con el que se pretende discutir la distribución de los cráteres de impacto sobre la superficie de la Tierra.
3. Física de los impactos, parte central de esta actividad, y con el que se pretende concienciar al alumno del uso de otras ciencias (en este caso la Física) para obtener más información de los datos geológicos.
4. Otros cuerpos del Sistema Solar, con el que se pretende estudiar las implicaciones de los impactos más allá de la Tierra.
5. Modelos de impacto, en los que se pretende analizar como complejos físicos más complejos permiten obtener resultados más fiables y realistas.
6. Implicaciones ambientales, con la que se pretende estudiar las implicaciones para el medio ambiente de estos procesos de impacto. A continuación se describen estos ejercicios, y se dan algunas ideas de

cómo el profesor puede aprovecharlos para debatir o incidir en algunos aspectos de la Geología. En ningún caso es el objetivo de este trabajo facilitar una actividad cerrada lista para ser aplicada en el aula, sino que el profesor, en función de sus intereses, y el nivel de enseñanza en el que vaya a aplicarlo, y de su creatividad y recursos disponibles, debe preparar y desarrollar la actividad con el nivel de profundidad que considere necesario.



Crater Name	Location	Latitude	Longitude	Diameter (km)	Age (Ma)*	Exposed	Drilled	Target Rock**	Google Maps Links	Bolide Type***
Bigach	Ukraine	N 48° 45'	E 32° 10'	24.00	165.17 ± 0.64	N	Y	C	Go	Chondrite
Dellen	Sweden	N 61° 50'	E 16° 40'	19.00	89.0 ± 2.7	Y	N	C	Go	Stone?
Ilumetz	Latvia	N 56° 35'	E 26° 15'	4.50	290 ± 35	N	Y	S	Go	-
Gardnos	Norway	N 60° 39'	E 9° 0'	5.00	500 ± 10	Y	N	C	Go	Chondrite
Granby	Sweden	N 58° 25'	E 14° 55'	3.00	~ 470	N	Y	M	Go	-
Ilumetz	Estonia	N 57° 58'	E 27° 25'	0.09	~ 0.0065	Y	Y	S	Go	-
Ilyinets	Ukraine	N 48° 7'	E 29° 6'	8.50	378 ± 5*	N	Y	M	Go	Iron?
Jaerschenkiima	Finland	N 62° 11'	E 27° 9'	3.00	> 1000	N	Y	S	Go	-
Kaali Main	Estonia	N 58° 24'	E 22° 40'	0.11	0.004 ± 0.001	Y	N	S	Go	IAB
Kardla	Estonia	N 58° 1'	E 22° 46'	7.00	~ 455	N	Y	M	Go	-
Kärdlakorpilla	Finland	N 62° 13'	E 28° 16'	1.60	~230	Y	-	C	Go	-
Keurusselkä	Finland	N 62° 8'	E 24° 35'	30	<1800	Y	N	C	Go	-
Lappajärvi	Finland	N 63° 12'	E 23° 42'	23.00	73.3 ± 5.3	Y	Y	M	Go	Chondrite
Lockne	Sweden	N 63° 0'	E 14° 49'	7.50	455	Y	Y	M	Go	-
Logoisk	Belarus	N 54° 12'	E 27° 48'	15.00	42.5 ± 1.1	N	Y	M	Go	-
Lumparn	Finland	N 60° 9'	E 20° 5'	9.00	~ 1000	N	Y	M	Go	-
Mien	Sweden	N 56° 25'	E 14° 52'	9.00	121.0 ± 2.5	Y	Y	C	Go	Stone?
Mizarai	Lithuania	N 54° 1'	E 23° 54'	5.00	500 ± 20	N	Y	C	Go	-
Mjølnir	Norway	N 73° 48'	E 20° 40'	40.00	142.0 ± 2.5	N	Y	S	Go	-
Morasko	Poland	N 52° 29'	E 16° 54'	0.10	< 0.01	Y	N	S	Go	Octahedrite fragments
Neugrund	Estonia	N 59° 20'	E 23° 40'	8.00	~ 535	N	-	S	Go	-
Obolon'	Ukraine	N 49° 36'	E 32° 56'	20.00	169 ± 7	N	Y	M	Go	Iron?
Paasselkä	Finland	N 62° 3'	E 29° 5'	10	< 1000	Y	Y	-	Go	-
Ries	Germany	N 48° 53'	E 10° 37'	24.00	15.1 ± 0.1	Y	Y	M	Go	Achondrite
Rochechouart	France	N 45° 50'	E 0° 45'	23.00	214 ± 8	Y	N	C	Go	Chondrite? Iron?
Roshchyne	Ukraine	N 49° 0'	E 32° 9'	2.70	120 ± 10	N	Y	C	Go	-
Söderfjärden	Finland	N 63° 24'	E 22° 24'	6.00	~ 500	Y	Y	M	Go	Stone-iron?
Suvasvesi	Finland	N 62° 17'	E 28° 23'	1.5	> 600	Y	Y	C	Go	-
Siljan	Sweden	N 61° 2'	E 14° 52'	52.00	376.8 ± 1.7	Y	Y	M	Go	-

Figura 1. Ejemplo de la tabla oficial de cráteres de impacto.
(*Fuente*: www.unb.ca/passc/ImpactDatabase).

2.1. EJERCICIO 1: LOS CRÁTERES DE IMPACTO

Recursos necesarios: listado de cráteres de impacto de la Tierra, papel cuadriculado, lapiceros de colores y reglas.

Desarrollo: se facilita a los alumnos el listado de cráteres de impacto de la Tierra y papel cuadriculado para que realicen estadísticas sencillas sobre diámetros, ubicación en la tierra emergida o en el fondo oceánico, edad de los cráteres en millones de años, etc., representándolo en histogramas. El profesor puede facilitar además una serie de preguntas en una hoja aparte que permitan a los alumnos analizar los gráficos. Algunas de estas preguntas pueden ser: ¿hay muchos o pocos cráteres de impacto en la superficie de la Tierra?, ¿y en otros cuerpos del Sistema Solar?; en la Tierra, ¿cuántos en los fondos marinos?, ¿cuántos sobre los continentes?, ¿cuántos en cada continente?, ¿qué edades tienen?, ¿qué diámetros tienen?, etc.

Temas para profundizar: la discusión de las respuestas planteadas en esta actividad puede llevar al profesor a introducir una gran diversidad de temas y conceptos como el origen del Sistema Solar, los cuerpos del Sistema Solar, los meteoritos, los procesos de impactos, la evolución geológica de la Tierra, la tectónica de placas, etc.

2.2. EJERCICIO 2: IMPACTOS EN LA TIERRA

Recursos necesarios: mapa del mundo con coordenadas, lapiceros de colores y reglas, y mapas temáticos adicionales.

Desarrollo: se facilita a los alumnos el listado de cráteres de impacto de la Tierra y un mapa de la Tierra con coordenadas para que representen en él la localización de cada uno de los cráteres de impacto

(Figura 2). El profesor puede facilitar también, bien para cada alumno o grupo, o bien presentándolos en una pantalla de proyección, una serie de mapas temáticos (geología, edad de los materiales de la Tierra, orografía, clima global) que ayuden a contestar las mismas preguntas que se han planteado y otras nuevas como: ¿cómo es el relieve de los lugares donde se encuentran los cráteres de impacto?, ¿existen semejanzas geológicas (edad y materiales) entre los lugares donde se hayan los impactos? ¿Puede la geología y el relieve explicar por qué hay cráteres en unos lugares de la Tierra y en otros no?, etc.



Figura 2. Ejemplo de mapa de distribución de cráteres de impacto en la Tierra según su diámetro (Short, N. M.: http://rst.gsfc.nasa.gov).

Temas para profundizar: la discusión de las respuestas planteadas en esta actividad puede llevar al profesor a profundizar en muy diversos temas, como la evolución geológica de la Tierra, la tectónica de placas, los orógenos, los procesos de erosión y sedimentación, etc.

2.3. Ejercicio 3: Física de los impactos

Recursos necesarios: sin material específico, pero se puede requerir de libros y manuales de Física. Se requiere de un artículo científico adicional (Price, 1975).

Desarrollo: este ejercicio es la parte central de esta actividad, y con ella se pretende que el alumno deduzca las ecuaciones que permiten obtener, a partir del diámetro de cada cráter de impacto reconocido en la Tierra, la velocidad mínima a la que se podrían haber producido los impactos, y el diámetro del cuerpo que impactó con la Tierra en cada caso (*Cuadro 1*). Para ello se debe hacer uso de ecuaciones de energía y de movimiento. En función del nivel educativo, el profesor puede ir guiando el desarrollo de la actividad, especialmente cuando hay que deducir la relación entre el diámetro del cráter y la energía desprendida durante el impacto (Price, 1975), así como en la simplificación del modelo (por ejemplo, asumiendo que la Tierra describe una órbita circular con el fin de simplificar los cálculos).

Temas para profundizar: en este ejercicio se puede profundizar en cómo otras ciencias son esenciales para poder (obtener) y entender los datos geológicos.

2.4 Ejercicio 4: Otros cuerpos del Sistema Solar

Recursos necesarios: valores de densidades genéricas de cuerpos del Sistema Solar *(Tabla 1)*, tablas de características de otros cuerpos del Sistema Solar (ej., Hartman, 1998), y papel bi-logarítmico.

La velocidad a la que se produce el impacto es un cálculo complejo debido a que únicamente podemos conocer, a priori, la velocidad a la que se desplaza la Tierra, pero no la de otros cuerpos del Sistema Solar como las de los cometas o los asteroides. Por ello se asume que la Tierra colisiona contra un objeto estático, de tal forma que la velocidad que se obtiene es la velocidad mínima del impacto. Por otro lado, para calcular la velocidad de la Tierra, asumimos que ésta describe una trayectoria circular en torno a Sol, de tal forma que:

$$v = \Delta S / \Delta t \quad [1]$$

$$\Delta S = 2 \cdot \pi \cdot r \quad [2]$$

$$v = 2 \cdot \pi \cdot r / \Delta t \quad [3]$$

donde v es la velocidad de la Tierra [m/s], r el radio de la órbita circular de la Tierra en torno al Sol [m], y Δt el periodo de tiempo que tarda la Tierra en describir una órbita [s].

(2) Energía de impacto

Con dicha velocidad, se asume que la energía con la que se produce el impacto está asociada únicamente con la energía cinética de la Tierra, y que no hay pérdida en forma de energía calorífica debido al rozamiento de la entrada del cuerpo en la atmósfera. De esta forma, tenemos que:

$$E_C = (1/2 \cdot m) \cdot v^2 \quad [4]$$

$$m = \rho \cdot v = \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot r^3 \quad [5]$$

$$E_C = (2/3 \cdot \rho) \cdot \pi \cdot r^3 \cdot v^2 \quad [6]$$

donde E_C es la energía cinética, ρ la densidad del cuerpo impactor, r el radio del cuerpo impactor y v la velocidad anteriormente calculada en la ecuación [3].

(3) Radio del cuerpo impactor

Para obtener el radio del cuerpo impactor a partir de la ecuación [6], tan sólo es necesario despejar éste, quedando la ecuación resultante como:

$$r = \sqrt[3]{(3 \cdot E_C) / (2 \cdot \rho \cdot \pi \cdot v^2)} \quad [7]$$

Para obtener la energía cinética en función del cráter de impacto, es necesario obtener la ecuación que relaciona ambos parámetros. Para ello se ha empleado el trabajo de PRICE (1975), que estudia distintos cráteres formados por explosiones y erupciones volcánicas. Con sus datos se ha deducido la siguiente ecuación:

$$E_C = e^{[(3,3 \cdot la \cdot D)+5,6]}) \quad [8]$$

donde D es el diámetro del cráter de impacto. Combinando las ecuaciones [7] y [8], se obtiene el radio del cuerpo impactor mediante la siguiente expresión, que es el objetivo de esta actividad:

$$r = \sqrt[3]{(3 \cdot e^{[(3,3 \cdot l_a \cdot D)+5,6]}) (2 \cdot \rho \cdot \pi \cdot v^2)} \quad [9]$$

Cuadro 1. Deducción de la ecuación para obtener el radio del cuerpo impactor a partir del diámetro del cráter de impacto.

Desarrollo: una vez calculada la ecuación que permite obtener la velocidad mínima a la que se pudieron producir los impactos y el diámetro del cuerpo que impactó (teniendo en cuenta las simplificaciones realizadas), es posible realizar estos cálculos para conocer el diámetro aproximado de los cuerpos que impactaron en cada cuerpo. Pero este cálculo depende de la densidad del cuerpo impactor, por lo que es necesario realizar el cálculo, para cada diámetro, con diferentes densidades posibles *(Tabla 1)*. Una vez realizados todos los cálculos, se pueden representar los resultados en gráficos que puedan ayudar a inter-

pretarlos, por ejemplo diámetro del impactor frente a diámetro del cráter para cada densidad. Una lista de datos de características de los cuerpos del Sistema Solar (ej., Hartman, 1998) puede ser empleada para discernir qué cuerpos del Sistema Solar podrían haber impactado con la Tierra y, a partir de sus densidades y diámetros, reducir la nube de puntos resultantes en los cálculos.

Temas para profundizar: en este ejercicio se puede profundizar sobre otros cuerpos del Sistema Solar (asteroides, cometas, etc.), y de la dinámica del Sistema Solar.

Material	Densidad (kg/m^3)
Hierro	8 000
Roca densa	3 000
Roca porosa	1 500
Hielo	1 000

Tabla 1. Densidad genérica para distintos tipos de materiales.

2.5. Ejercicio 5: Modelos de impacto

Recursos necesarios: bibliografía específica (ej., Melosh, 1989) y acceso a Internet para ejecutar un programa específico de cráteres de impacto que permite el cálculo del diámetro del cuerpo impactor a partir del diámetro del cráter de impacto (http://www.lpl.arizona.edu/tekton/crater_p.html).

Desarrollo: en este ejercicio se pretende discutir el modelo físico desarrollado en el aula para calcular el diámetro de los cuerpos impactores a partir del diámetro del cráter que pudieron producir, prestando especial atención a la aplicación del método científico. El profesor puede abrir un debate en el que se discutan los resultados obtenidos en el ejercicio anterior basándose en los datos empleados y en el modelo físico desarrollado. Se pueden facilitar artículos y bibliografía en la que se muestren otros modelos para calcular el diámetro del cuerpo impactor. Con acceso a Internet se puede calcular esto mismo mediante un programa especialmente desarrollado por investigadores de la Universidad de Arizona *(Figura 3)*, con el objetivo de comprobar los resultados con un modelo más complejo y discutir las diferencias.

Temas para profundizar: en este ejercicio se puede dirigir a explicar el método científico, a la discusión de los modelos propuestos y a la interpretación de los resultados.

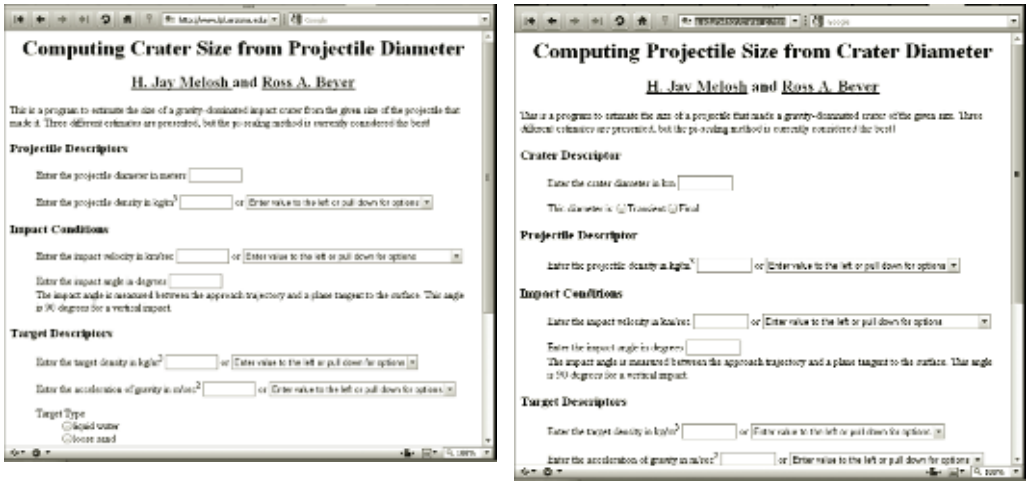


Figura 3. Programas informáticos a través de Internet para calcular el diámetro del cráter del cuerpo impactor a partir del diámetro del cráter resultante (izquierda) [www.lpl.arizona.edu/tekton/crater_p.html] y del cráter a partir del objeto impactor (derecha) [www.lpl.arizona.edu/tekton/crater_c.html].

2.6. EJERCICIO 6: IMPLICACIONES AMBIENTALES

Recursos necesarios: bibliografía específica (COLLINS *et al*., 2005) y acceso a Internet para ejecutar programas específicos (http://www.lpl.arizona.edu/impacteffects/)

Desarrollo: una vez estudiados los cráteres de impacto y los cuerpos que pudieron producirlos, en este ejercicio se puede profundizar sobre las implicaciones climáticas que se derivan de un impacto. Este ejercicio, para captar la atención del alumno, puede dirigirse a estudiar qué procesos ocurrirían en la Tierra de producirse un impacto en la actualidad en la población en la que se desarrolla esta actividad *(Figura 4)*. Con el programa informático pueden variarse una multitud de parámetros (velocidad y ángulo del impacto, densidad del impactor, tipo de roca en la zona de impacto, etc.), a partir de un modelo físico complejo (COLLINS *et al*., 2005). Con ello se puede determinar si se produce cráter de impacto, el diámetro del cráter en caso de producirse, la presencia de una onda de choque, de una onda térmica, etc. Este ejercicio facilita recopilar todos los temas tratados anteriormente y concluir la actividad.

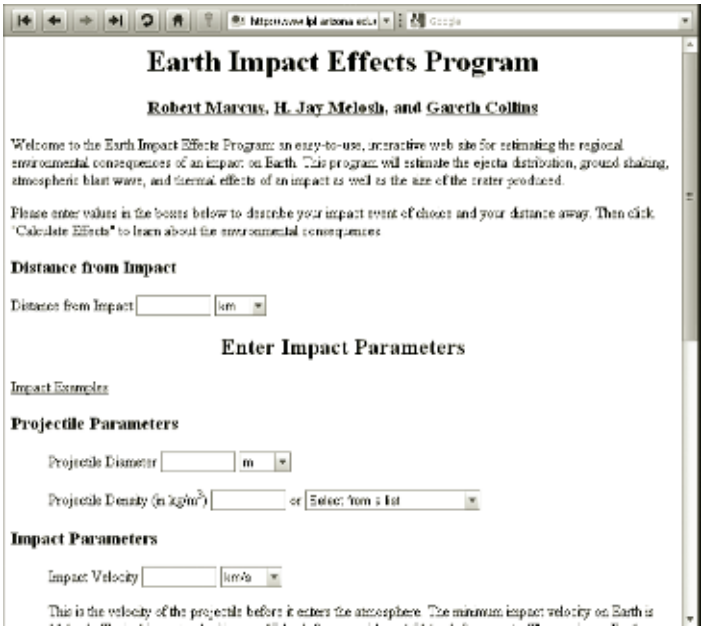


Figura 4. Programa informático a través de Internet para estudiar las implicaciones ambientales de un impacto de características conocidas en un punto determinado de la Tierra, basado en COLLINS *et al*., 2005 [www.lpl.arizona.edu/impacteffects/].

Temas para profundizar: en este ejercicio se profundiza en el proceso de impacto, en la dinámica del Sistema Solar, y en la dinámica de la atmósfera.

3. MATERIALES Y RECURSOS

Los materiales y recursos para desarrollar esta actividad son muy básicos y sencillos de conseguir. Para la obtención de la ecuación que define el diámetro del cuerpo impactor a partir del diámetro del cráter no es necesario ningún material, pero dependiendo del planteamiento que el profesor haga de la actividad, se puede facilitar a los estudiantes los apuntes de la asignatura de Física, o un libro de referencia de Física (ej., TIPLER y MOSCA, 2004) adecuado al curso en el que se desarrolle la actividad, pudiendo ser su propio libro de texto. En la parte final de la obtención de la ecuación, es necesario contar con un artículo que estudia los diámetros de los cráteres con el fin de deducir la energía implicada en su formación (PRICE, 1975). Este documento no tiene por qué ser empleado por los estudiantes, pero sí por el profesor para

deducir la ecuación que relaciona diámetro del cráter y energía *(Cuadro 1)*. Sin embargo, se recomienda que el profesor muestre a los alumnos el documento, y se le expliquen los conceptos y el método empleado, y cómo se ha obtenido la ecuación que relaciona diámetro y energía que ellos emplearán en la deducción de su ecuación.

Para el desarrollo de las demás actividades sí es necesario disponer de materiales y recursos adicionales. En primer lugar, y como base fundamental de esta actividad, es necesario disponer de la base de datos actualizada de los cráteres de impacto confirmados en la Tierra. Esta base de datos está desarrollada y mantenida por el Planetary and Space Science Center de la New Brunswick, Canadá [http://www.unb.ca/passc/ImpactDatabase]. El contenido de la base de datos se actualiza con relativa frecuencia, y es una fuente fundamental sobre información general de cada cráter de impacto e incluye una gran variedad de datos básicos (edad, diámetro, etc.), pero también de referencias bibliográficas de revistas especializadas donde se describen en profundidad las diferentes características de cada uno de los cráteres. Sin embargo, para el desarrollo de esta actividad únicamente se requiere de los datos básicos que se muestran en las tablas clasificadas. Se recomienda copiar la información relativa a la lista alfabética con el fin de hacer que el alumno haga el esfuerzo de clasificar los impactos por edades, continentes, diámetros, etc., parte del primer ejercicio de esta actividad.

Para el estudio de la distribución de los cráteres de impacto en la Tierra, es necesario disponer de un mapamundi con coordenadas, de tal forma que el alumno pueda representar la localización de cada cráter. La simbología para la representación de cada cráter puede depender del diámetro del cráter, de su edad, etc. Para poder analizar y discutir la distribución de los cráteres, se debe disponer de mapas adicionales que permitan estudiar distintos aspectos. Se recomiendan los siguientes mapas globales: político, geográfico, geológico, y de edad de los fondos marinos. Esto permitirá a los estudiantes discutir posteriormente sobre la distribución geográfica en relación con la economía global, la geografía y la geología, y la dificultad para localizar estas estructuras, etc. Este ejercicio de la actividad puede desarrollarse también mediante programas informáticos que permitan la elaboración de gráficos (desde un sencillo programa de cálculo como *Excel*, hasta los más complejos Sistemas de Información Geográfica como *Quantum GIS*).

Para el cálculo de los diámetros del cuerpo impactor en función del cráter de impacto, además de la tabla de los cráteres de impacto, es necesario disponer de calculadora científica o de un programa informático con hojas de cálculo (tipo *Excel*). El uso de un programa informático facilitaría y agilizaría los cálculos, teniendo en cuenta que puede modificarse la densidad del cuerpo impactor. Sin embargo, se puede dividir la clase en grupos para que cada uno de ellos realice los cálculos asumiendo distintas densidades. Respecto a estas últimas, pueden emplearse valores genéricos *(Tabla 1)*, pero también pueden usarse valores más realistas, por ejemplo empleando listados de las características de los distintos cuerpos de nuestro Sistema Solar (incluyendo asteroides y cometas), como el elaborado por Hartman (1998).

Para la representación gráfica deben facilitarse al alumno papel cuadriculado y bi-logarítmico que permita representar distintos parámetros. Como este tipo de papel a veces no es sencillo de adquirir, se puede obtener en la web (por ejemplo, http://www.incompetech.com/graphpaper/plain/). Esta fase de la actividad también puede ser desarrollada mediante el uso de una hoja de cálculo en un ordenador, haciendo que toda esta fase de representación gráfica sea mucho más rápida y el alumno pueda centrarse en el análisis y la discusión de los resultados.

4. Conclusiones

En esta actividad, consistente en diversos ejercicios, se pretende que el alumno vislumbre cómo las Ciencias de la naturaleza están relacionadas unas con otras, y que son necesarias para entender las observaciones. En este trabajo se propone una posible cadena de ejercicios que el profesor puede ampliar o simplificar, adaptándolos a sus necesidades, recursos e intereses. Estos ejercicios mezclan la representación

de datos sobre mapas y gráficos, la deducción de ecuaciones físicas y el análisis de datos, con el incentivo de explorar un proceso muy común en el Sistema Solar (LÓPEZ *et al.*, 2002), pero que no se recoge nunca en los libros de texto y que, con la adecuada orientación por parte del profesor, puede servir para introducir conceptos y temas relacionados con múltiples aspectos del método científico y de la Geología.

BIBLIOGRAFÍA

COLLINS, G. S., MELOSH, H. J., MARCUS, R. A. (2005). *Earth Impact Effects Program: A Web-based computer program for calculating the regional environmental consequences of a meteoroid impact on Earth*. Meteoritics and Planetary Science, 40. 817-840.

GREELEY, R., BENDER, K., PAPPALARDO, R. (1998). Planetary Geology. *NASA-Space Link*.

HARTMANN, W. H., (2005). *Moons and Planets*. Thomson Brooks/Cole, USA. (5.ª Edición).

HARTMANN, W. H., Cain, J. (1995). *Craters! NSTA*. USA. 226 p.

MELOSH, J. (1989). *Impact cratering: A geologic process*. Oxford University, New York.

KELLY, J; COLLINSS, C.; CHAIKIN, A (edit). (1999). *The New Solar System*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

LÓPEZ, C. CASTILLA, G. DE PABLO, M. A. (2002). *La geología planetaria en la educación secundaria*. Foros de experiencias. Cosmocaixa 2002. 79-93.

PRICE, N. J. (1975). *Rates of deformation*. Journal of the Geological Society of London, 131(6). 553-575.

TIPLER, P. A., MOSCA, G. (2004). *Física para la ciencia y la tecnología*. Editorial Reverté. 2 volúmenes. (5ª Edicion).

UCEDA, E. R., DE PABLO, M. A., CASTILLA, G. (2003). Terrestrial impact craters: What can we learn about the Earth and other planetary bodies of our Solar System? Lunar and Planetary Science Conference, XXXIV. Abstract #1094. *(1) Velocidad de impacto*.

Alimentos, dietas, publicidad y consumo. Estudio desde la Física, la Química y la Biología

María Araceli Calvo Pascual

Dep. de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química
Escuela Politécnica Superior
Universidad Carlos III de Madrid
Avda. de la Universidad, 30
28911-Leganés. Madrid
macalvo@ing.uc3m.es

Palabras clave: alimentación, publicidad, calorías, dietas, química.

Keywords: food, advertising, calories, diets, chemistry.

Resumen

En este artículo se muestra una actividad con la que se pretende que los alumnos se den cuenta de la importancia de tener una cultura científica que les permita ser críticos con la publicidad de alimentos y dietas, y seleccionar adecuadamente como consumidores.

La actividad se desarrolla en cuatro etapas, dentro de Ciencias de la naturaleza de 2.º de ESO: desde la Física, con el estudio de las calorías; desde la Química, con el estudio de los nutrientes, los aditivos y el análisis de métodos de adelgazamiento, y desde la Biología, con un «taller de nutrición». Por último, los alumnos hacen un anuncio.

Abstract

This paper shows an activity which is intended to students realize the importance of having a scientific culture to be critical of the advertising of food and diets, and select appropriately as consumers.

Activity takes place in four stages in Natural Science 2nd ESO: within Physics, with the study of calories, within Chemistry, with the study of nutrients and additives, and the analysis of thinning methods, and within Biology, with a «nutrition workshop»; finally, students create an advertisement.

1. Introducción

La importancia que en la sociedad actual se le da al «cuerpo perfecto» y el bombardeo de anuncios de distintos métodos de adelgazamiento, hacen que cada vez a edad más temprana los adolescentes se

interesen por estos temas y confíen en una publicidad que no tiene en cuenta cuestiones fundamentales de nutrición.

Si a esto añadimos que se encuentran en pleno desarrollo, y que con demasiada frecuencia llevan una dieta poco sana acompañada de escaso ejercicio físico, es fundamental que en clase adquieran los conocimientos científicos que les permitan ser críticos con los anuncios y seleccionar adecuadamente como consumidores.

En esta ponencia se muestra una posible forma de abordar el estudio de estos temas en la asignatura de Ciencias de la naturaleza de 2.º de ESO. La actividad se desarrolla en cuatro etapas a lo largo del curso, realizando un estudio físico, químico y biológico.

2. Desarrollo de la actividad

2.1. Primera etapa

La primera etapa se lleva a cabo desde la Física, con la definición del concepto de energía y sus unidades.

El objetivo es que sepan distinguir la connotación negativa que se le da en la publicidad a las calorías de su verdadero significado físico.

Una vez que el profesor explica qué es la energía y cuáles son sus unidades en el S.I., hace una pregunta a los alumnos para detectar sus ideas previas:

- *¿Qué son las calorías?*

Se hace una lluvia de ideas en la que el profesor va escribiendo en la pizarra las opiniones de los alumnos. Sin hacer ningún comentario explica la relación que hay entre los julios y las calorías y pide que los alumnos le dejen alimentos envasados que hayan traído para tomarse a la hora del recreo.

Con varios envases (generalmente de zumos y bollería) escribe en la pizarra la información energética en kJ y kcal, y plantea ejercicios en los que los alumnos hagan las transformaciones de unidades correspondientes que justifican la información que aparece en la etiqueta.

Una vez que los alumnos han visto que la caloría es una unidad de energía, el profesor puede preguntar:

- *«Tomar calorías», ¿es bueno o malo?*

Ante las contestaciones de los alumnos (muchos de los que asociaban calorías a algo negativo cambian su respuesta tras relacionarlas con la energía), puede hacerse la analogía de nuestro cuerpo y la necesidad de ingesta calórica con un coche y la necesidad de combustible: puede tenerse el mejor coche del mercado pero sin combustible no funciona; eso sí, hay que añadir combustible en función del gasto que se haga.

Puede también indicarse cómo en la publicidad, debido a la asociación que se hace de calorías con algo negativo, se identifica erróneamente cal con Cal, y se dan datos cuantitativos en calorías cuando en realidad corresponden a kcal.

2.2. Segunda etapa

La segunda etapa se aborda desde la Química, después del estudio de las transformaciones químicas.

Se pretende que los alumnos conozcan las sustancias químicas presentes en la dieta y sus funciones, y los peligros de las «dietas milagrosas».

Puede iniciarse con la siguiente pregunta:

- *¿Qué métodos de adelgazamiento conoces?, ¿crees que son efectivos?, ¿pueden suponer un riesgo para la salud?*

Se hace una lluvia de ideas escribiendo en la pizarra los distintos métodos, que generalmente son muchos, y que los alumnos conocen por anuncios de televisión, revistas, Internet o por amistades o familia.

El profesor, sin dar ninguna opinión, hace la siguiente pregunta:

- La publicidad que vende determinado producto como natural, «sin productos químicos», y por tanto bueno para la salud y sin efectos secundarios, ¿es cierta o es una publicidad engañosa?

Puede hacerse un breve debate actuando el profesor como moderador. Al final del mismo, el profesor que sigue sin dar ninguna opinión- dice que retomará lo dicho en el debate más adelante.

Hace a continuación la siguiente pregunta:

- *¿Qué diferencia hay entre alimentarse y nutrirse?, ¿podemos alimentarnos y no nutrirnos?*

Tras una lluvia de ideas, se explica la diferencia entre ambos procesos y cómo deben ingerirse en la dieta alimentos que suministren las proporciones adecuadas de todos los nutrientes.

- *¿Qué es la pirámide de los alimentos?, ¿y la rueda de los alimentos? Busca información en fuentes fiables y dibuja tu propia pirámide y/o rueda.*

Es importante recalcar que deben consultar diversas fuentes: libros, páginas web, artículos de revistas... pero que hayan sido escritas con rigor científico por profesionales con la formación adecuada.

Se les pueden recomendar, como referencias de páginas web, las de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN, htpp://www.naos.aesan.msps.es), la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA, http://www.nutricion.org) y la Sociedad Española de Nutrición Básica y Aplicada (SENBA, http://www.senba.es).

Con la puesta en común de la pirámide, se comentarán los beneficios de la dieta mediterránea y la necesidad de tener unos hábitos de alimentación adecuados, valorando la importancia del desayuno.

El estudio más profundo del fundamento científico que permite saber la proporción en la que deben consumirse los distintos grupos de alimentos puede hacerse mediante trabajos en grupo.

Cada grupo de alumnos selecciona un nutriente:

- *Buscad información sobre el nutriente elegido: composición, tipos, en qué proporción debe consumirse en la dieta, en qué proporción está presente en los distintos alimentos, su aporte energético y la función que desempeña.*

El grupo debe buscar información en diversas fuentes, seleccionarla y elaborar una presentación en la que, en un tiempo determinado y entre todos los miembros del grupo, se explicará al resto de la clase el nutriente elegido.

Las fuentes de información recomendadas pueden ser las páginas web ya citadas y libros de divulgación científica, por ejemplo, un clásico que ha vuelto a editarse actualizado: el libro de GRANDE COVIÁN (2007), y el de VALENTÍN FUSTER (2008), que pueden encontrar incluso en grandes superficies.

Tras la exposición de todos los nutrientes, el profesor hace una síntesis de lo explicado volviendo a comentar la pirámide y la rueda de los alimentos estudiada, ampliándola con la nueva información nutricional.

Puede también recalcar la importancia de la toma de nutrientes en las proporciones adecuadas, ni en defecto ni en exceso, y la necesidad de tomar agua aunque no sea un nutriente, especificando cuáles son sus funciones.

También puede estudiarse el concepto de aditivo, los tipos que hay y su función.

Una vez que se ha realizado este estudio se hace la siguiente pregunta:

- *¿Hay alimentos «libres de Química»?*

Y en este punto puede retomarse la pregunta inicial sobre asociar natural y «sin productos químicos» a bueno para la salud y sin efectos secundarios.

Los alumnos, tras el estudio científico, ven que los nutrientes, el agua, todos los aditivos, son sustancias químicas, por lo que lo que determina que el alimento sea saludable o no, no es que tenga o no sustancias químicas, todos las tienen, sino qué sustancias químicas tiene y en qué proporción, es decir, su composición.

Es útil terminar esta parte resaltando que los conocimientos científicos que adquieren les permiten distinguir la publicidad engañosa, con la que deben tener cuidado, puesto que vende como inocuo un producto que puede no serlo.

Concretamente, respecto a los ejemplos de métodos de adelgazamiento citados por los alumnos, es importante comentarlos uno por uno, explicando la razón de su ineficacia y qué peligro suponen para la salud, comparándolos con la eficacia y los beneficios para la salud que supone llevar una dieta adecuada unida a una actividad física.

2.3. TERCERA ETAPA

La tercera etapa, tras el estudio de las funciones vitales en Biología, consiste en realizar un «taller de nutrición», con el objetivo de saber distinguir la calidad de un alimento por su composición e información nutricional.

El día anterior se les pide a los alumnos que, por grupos, se organicen para llevar a clase las etiquetas de envases de varios tipos de alimentos para analizar, preferiblemente varias marcas del mismo alimento, y distintas versiones dentro de la misma marca: normal, *light*, *sin* (sin azúcar añadido, sin grasas, sin calorías, sin alcohol…), 0% (calorías, grasas, alcohol…).

El taller consiste en realizar la siguiente actividad:

- *Lee la etiqueta de cada producto: publicidad, ingredientes e información nutricional.*
- *¿Se corresponde la publicidad del producto con sus ingredientes?*
- *¿Crees que debería aparecer algún otro tipo de información en la etiqueta?*
- *Completa la siguiente tabla* [Tabla 1].

Alimento	**Marca**	**Valor energético** (por 100 g/100 mL)	**Nutrientes** (por 100 g /100 mL)						**Aditivos**	*Observaciones*
			Proteínas	Hidratos de carbono	Grasas		Vitaminas	Sales minerales		
					Totales	Saturadas				

Para el análisis se da a los alumnos la lista de aditivos alimentarios permitidos actualmente en la Unión Europea y sus números E (http://histolii.ugr.es/EuroE/NumerosE.pdf).

Cada grupo presenta por escrito al profesor su análisis e incorpora los resultados a una tabla general (en una hoja de *Excel* si se dispone de ordenador y proyector en clase, o en la pizarra tradicional en caso contrario).

A continuación se hace una puesta en común.

Es interesante el estudio de la comparativa entre distintas marcas (calidad *vs* precio) y su publicidad, los productos *light* que no lo son, *sin* que tampoco, alimentos sin azúcar añadido que tienen edulcorantes, la falta de información referida a los distintos tipos de grasas, etc.

2.4. Cuarta etapa

Como síntesis de todo lo trabajado a lo largo del curso, puede proponerse una actividad en la que los alumnos por grupos elaboran y exponen (o escenifican) anuncios que muestren los errores de la publicidad relativos a los temas trabajados, para discutirlos entre toda la clase.

3. Conclusiones

Esta actividad realizada a lo largo del curso pretende que los alumnos asocien los temas relacionados con los alimentos, las dietas y su publicidad a los conocimientos científicos que adquieren desde la Física, la Química y la Biología, para que se den cuenta de la importancia de tener una cultura científica que les permita elegir adecuadamente como consumidores.

La experiencia de haber realizado la actividad en clase permite decir que resulta motivadora para los alumnos, y favorece que sean conscientes de la necesidad de fijarse en las etiquetas de los alimentos, y en que la publicidad en demasiadas ocasiones da afirmaciones sin base científica, pero con el objetivo de obtener un beneficio económico.

En definitiva, que se den cuenta que están en una etapa de pleno desarrollo y que si quieren estar sanos y sentirse bien físicamente, las claves son tener una dieta equilibrada, acorde a su edad y actividad, consumiendo alimentos de calidad, y realizar ejercicio físico.

Bibliografía

Fuster, V. (2008), *La ciencia de la salud,* Barcelona, Editorial Planeta.

Grande Covián, F. (2007), *Nutrición y Salud. Mitos, peligros y errores de las dietas de adelgazamiento.* Madrid, Ediciones Temas de Hoy.

Aproximación a un estudio nutricional y de salud desde el trabajo en el aula en Secundaria y Bachillerato: el estudio de Tres Cantos

Carmen Casals Martín[1],
José María Cañas Díaz[2],
Consuelo Prado Martínez[3],
Raquel Fernández del Olmo[3]

Palabras clave: adolescencia, educación para la salud, somatofisiología, agente de salud, imagen corporal, patrón alimenticio.

Keywords: adolescence, health education, somatophysiology, health´s agent, body image, nutritional (eating) pattern.

Resumen

El proyecto se ideó como un conjunto de acciones que, junto a la investigación rigurosa y orquestada desde el departamento universitario, permitiera la incorporación de los diferentes niveles de enseñanza media y bachillerato al análisis y discusión de los resultados para conocer la relación entre su estatus somático, sus hábitos nutricionales y sus posibilidades como «gestores y promotores» de su salud y calidad de vida.

Los centros implicados son todos los institutos públicos de enseñanza media del municipio de Tres Cantos y participaron en él los alumnos de todos los niveles de la ESO y del Bachillerato. En un entorno sin carencias ni limitaciones socioeconómicas los patrones de alimentación presentaron desviaciones importantes a las recomendaciones. El análisis de estos datos permitirá a los docentes argumentar la necesidad de educar en este campo para la mejora de calidad de vida y las repercusiones a medio plazo de hábitos mal adquiridos.

Abstract

This project is focused to made the scholarships as «managers and promoters» of their health and life´s quality. The study is based on a rigorous research proposed and made by the university department of

[1] IES Jorge Manrique. Departamento de Ciencias Naturales (Biología y Geología). Mar Adriático, nº 2. Tres Cantos. 28760. Madrid. carmen.casalsmartin@educa.madrid.org

[2] IES José Luis Sampedro. Departamento de Ciencias Naturales (Biología y Geología). Avda. de la Vega, s/n. Tres Cantos. 28760. Madrid. jose.canas@educa.madrid.org

[3] Departamento de Biología. U. Antropología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco. 28049. Madrid. consuelo.prado@uam.es

Biology of UAM and later employed it by all public centers of secondary education in Tres Cantos (Madrid). This municipality is representative of a community with gaps or socioeconomic limitations.

Nevertheless the analysis of nutrition patterns showed significant deviations from the international recommendations.

The analysis of these data will allow teachers to argue the need for education in this field as well as increment the level of knowledge in this field. This positive action foments the health practice not only in this adolescent period but also in adult period of life.

1. Introducción

El desarrollo humano, pese a ser un proceso continuo, presenta etapas críticas en las cuales las modificaciones somáticas, funcionales y metabólicas son más intensas. La fase de la adolescencia es una de ellas, en la que además confluyen toda una serie de cambios que alteran la constancia del proceso de crecimiento infantil previo. En efecto, el ritmo e incremento somático se acelera y acentúa, se madura y se adquiere funcionalidad reproductora. Consecuentemente se hacen patentes rasgos de dimorfismo sexual secundario. Junto a esta crisis biológica, a la que la limitación de espacio impide describir en mayor profundidad, existe también una serie de condicionantes emocionales y sociales que repercuten en acrecentar la vulnerabilidad de los adolescentes. Se adoptan nuevos posicionamientos de comportamiento en un momento en el que la personalidad no está aún formada. Se ha podido comprobar como muchos de los hábitos y rutinas de los adultos dimanan de los admitidos como propios en la fase puberal. En este contexto, es un momento idóneo para el fomento del conocimiento e implementación de buenos hábitos que mejoren la calidad de vida durante todo el ciclo vital de los individuos, así como en los colectivos de los que forman parte. Educar utilizando la propia rebeldía de la etapa, para que dando protagonismo a los sujetos se logre el cambio hacia la mejora de pautas y normativa de vida basadas en el conocimiento, asimilación y aceptación (Prado, 2003).

La educación para la salud es sin duda una de las materias interdisciplinares que de modo transversal incide en la necesidad de aunar esfuerzos en los centros donde los programas docentes y guías no son claras en cuanto a objetivos y posibilidades de éxito de la misma. No se trata solo de transmitir conocimientos, sino además de enseñar a ser y a actuar. Conocer los fundamentos de la investigación científica y como esta es aplicable.

Los objetivos planteados para este trabajo fueron:

- Conocer el estado somático, funcional y nutricional de los estudiantes en fase adolescente en un medio sin limitaciones carenciales.
- Conocer la importancia de la nutrición como factor modulador de su estado somático y que puede tener consecuencias sobre su salud y calidad de vida.
- Dotar a los alumnos de herramientas que les permitan, mediante el conocimiento, actuar como gestores y agentes de su salud.

Para conseguir su aplicación docente, se debe entroncar con aquellos temas del currículo de las asignaturas de los departamentos que se ocupan de las necesidades nutricionales y energéticas de los seres vivos, en nuestro caso el hombre, y sus implicaciones con la salud. El marco ideal se encuentra en la asignatura de Nutrición que fue aprobada como optativa para los alumnos de 3.º de ESO en uno de los institutos para el curso 2009-2010.

Los alumnos se acercan a estos temas a través de la investigación desarrollada por los profesores de la UAM sobre unos datos que no les resultan ajenos: sus propias dietas y sus valores morfo-fisiológicos. Actúan como investigadores noveles que se acercan a las pautas del trabajo científico, participan en el

tratamiento de datos y la elaboración de conclusiones dándolas a conocer al resto de los estamentos del centro: alumnos, docentes y padres.

El proyecto docente-investigador abarca los cuatro cursos de ESO y el Bachillerato (edades comprendidas entre los 12 y 18 años).

Desde el análisis y la discusión de los resultados, se potencia el conocer la relación entre la salud y los hábitos nutricionales. Se piensa que el alumnado de estas edades tiene la suficiente madurez y capacidad de abstracción para poder comprender la importancia de una dieta equilibrada y de unos hábitos saludables que favorezcan su calidad de vida en el futuro.

Se apuesta porque los alumnos interioricen los criterios correctos de una adecuada alimentación, corrijan sus malos hábitos y no se dejen influir por modas y «anzuelos publicitarios» en los que no siempre priman los criterios de calidad y salud sobre los económicos. No se pretende suplantar la labor de la familia y de una sociedad bien organizada, pero sí se considera que se puede aportar una buena labor en la formación global del alumnado.

2. ANTECEDENTES

Disciplinas como la educación para la salud surgen de la necesidad de completar la formación del profesorado en estos temas. La colaboración con los departamentos universitarios permite completar esta formación de los docentes de Secundaria y además se va perfilando el diseño de actividades para los alumnos en las que desarrollen aquellas capacidades que más les demandará la universidad.

Los departamentos de Biología y Geología de los tres centros públicos de Secundaria de Tres Cantos, IES José Luis Sampedro, IES Pintor Antonio López e IES Jorge Manrique, han participado durante los tres últimos cursos 2007-2010 en el proyecto: «Estudio nutricional y de salud de los estudiantes de Tres Cantos». El estudio ha sido desarrollado por la Unidad de Antropología, Departamento de Biología de la UAM, bajo el patrocinio de la Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid, del Ayuntamiento de dicha localidad y de la Acción Ministerial Integrada Hispano-Francesa, y permite abordar uno de los retos fundamentales en las aulas: educar para la salud.

La línea de trabajo de este proyecto no ha sido ajena a la docencia y la investigación desarrolladas tanto en los institutos como en la Universidad, por los profesores que han participado en el proyecto. Este viene avalado por el interés que despertaron experiencias previas tanto en un medio urbano, pero de diferente tipología socioeconómica que la de Tres Cantos, como en el medio rural y se reinició durante el curso 2007-2008 con un estudio piloto en el IES Jorge Manrique. Fruto de este estudio piloto y ante los buenos resultados y acogida, se decidió proponer a la Concejalía de Salud del Ayuntamiento de Tres Cantos la firma de un convenio con la Fundación General de la UAM que permitiera su extensión al resto de los centros públicos de municipio citado.

3. POBLACIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio planteado siguió en todo momento el Protocolo Bioético de Helsinki 2002 (http://www.wma.net/ethicsunit/helsinki.htm). Consentimiento Informado. Siendo aprobado por cada uno de los claustros de los institutos participantes y personalmente autorizado por los padres o tutores de cada uno de los alumnos participantes.

Para la investigación somática y fisiológica de los alumnos realizada por el equipo de la UAM se siguió la normativa del IBP (International Biological Program) (WEINER y LOURIE, 1891). Empleándose material homologado, aportado por el Departamento de la UAM: antropómetro de campaña, cintas métricas y calibres de anchuras (GPM), plicómetro Holtain, evaluador de composición corporal bipolar (Onron),

balanza fragmentadora de componentes graso, muscular, hídrico y óseo (Tanita), analizador sérico de glucosa (Acutren) y colesterol (Reflotron), espirómetro (Spiro), tensiómetro de columna de mercurio y fonendo homologados.

La valoración de ingestas se realizó por dos métodos: cualitativo (análisis KIDMED) y cuantitativo (seguimiento de ingestas semanal). Para esta última estima se requirió el seguimiento y atención de los profesores tutores del proyecto en los respectivos centros, para asegurar el apunte diario de toda ingesta realizada por cada uno de los alumnos durante ese periodo semanal, así como el número y la cronología de la misma, tanto en días laborables como en fin de semana.

El material en los centros está constituido por: Laboratorio de Biología dotado de material suficiente para el desarrollo de prácticas sencillas, cañón, ordenadores, impresora, escáner, espirómetros, fonendoscopios, esfingomanómetros, balanza de peso, material fungible para el uso de los aparatos de medida señalados anteriormente, tanto los aportados por la UAM como por los respectivos IES. Biblioteca con bibliografía adecuada para esta asignatura. Software informático: *Excel* y *PowerPoint* de Microsoft.

Recursos del centro para uso común de todos los departamentos: aulas de informática y biblioteca general.

Con esta planificación general se ideó la aplicación docente a dos niveles. Uno en el primer ciclo de secundaria (1.º ESO), en donde se focalizó en el análisis de dietas, análisis nutricional y comprobación de su idoneidad. Por parte de los propios alumnos, se utilizaron como herramientas la pirámide nutricional, la rueda de alimentos y recomendaciones de la RDA. El segundo, en el Bachillerato y para el análisis estadístico de la muestra, se utilizaron medias, medianas, desviaciones y porcentajes para la ilustración de las características somáticas y fisiológicas de los alumnos.

La muestra abarca la población adolescente de Tres Cantos que asiste a centros de enseñanza pública a los todos los niveles de enseñanza, desde 1.º de ESO hasta 1.º de Bachillerato, con edades comprendidas entre 12 y 18 años. La muestra quedó constituida por 375 alumnos que reunieron los requisitos de firma del consentimiento informado para ser incluidos en el estudio.

Tras la primera fase de recogida y toma de datos, la Unidad de Biología de la UAM elaboró los informes individuales, como resultado del análisis de cada dieta y del estudio morfo-fisiológico de cada alumno. Dichos informes fueron entregados independientemente y en sobre cerrado a cada uno de los alumnos y familias integrantes.

En paralelo y como metodología docente, para centrar el interés de los alumnos de 1.º de ESO se utilizó un texto básico y sencillo sobre aspectos nutricionales (Fraile y Alcover, 1996), que sirvió como pauta para centrar las ideas que posteriormente se desarrollaron en el aula.

Los alumnos de Bachillerato del IES José Luis Sampedro trabajaron con los datos obtenidos en la investigación somática y fisiológica por parte del equipo de la UAM. Analizaron estadísticamente los datos obtenidos del estudio de las características somáticas (estatura, peso, porcentaje de grasa corporal, Índice de masa corporal –IMC– e índice cintura-cadera –ICC–), las variables fisiológicas (valores de colesterol, glucosa, capacidad vital y tensión arterial –sistólica y diastólica–), hábitos de vida (horas de sueño y de descanso nocturno, actividad física y consumo de tabaco y alcohol), y, por último, se trabajó sobre la valoración energética (kcal) obtenida a través de sus dietas alimenticias y su desglose en proteínas, glúcidos y grasas.

Estos datos sirvieron para hacer un análisis estadístico sencillo pero ilustrativo. Se trabajó con *Excel* los datos. A partir de los resultados estadísticos se elaboraron gráficas ilustrativas.

En ambos niveles, los alumnos utilizaron el programa de presentación *PowerPoint* y búsqueda de imágenes en la red.

Para exponer las conclusiones alcanzadas y los nuevos conceptos aprendidos se propuso a los alumnos la elaboración de presentaciones. Se formaron grupos de dos o tres alumnos y se procuró que los equipos estuvieran compensados: chicos y chicas, diferentes habilidades e intereses… Estos grupos de trabajo eligieron el tema de su presentación entre los propuestos:

Se propone la elaboración de carteles para permitir que los resultados los conociera el resto de la comunidad escolar y como actividad complementaria a la defensa y presentación de las temáticas analizadas y trabajadas como presentaciones de grupo.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los adolescentes de Tres Cantos se ubican mayoritariamente en la categoría de normopeso, aunque se evidencia cómo la transición puberal afecta tipológicamente de modo distinto a los chicos de las chicas. Las categorías de mesomorfia son más frecuentes en los chicos y en los grupos de edad considerados, mientras que en chicas marcadas en esta etapa por el inicio funcional de su capacidad reproductora, cambian su composición corporal maximizando el componente graso y adoptando en la somatocarta la endomesomorfia *(Figura 1)*.

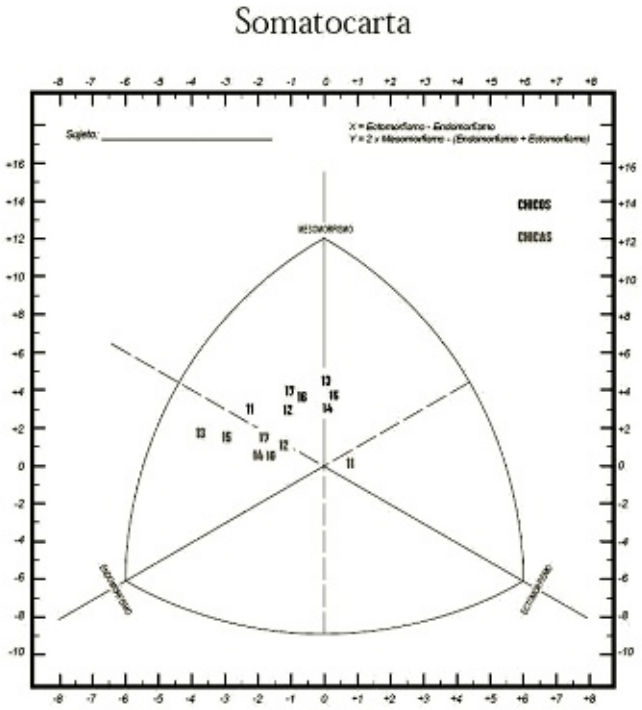


Figura 1. Somatocarta de la muestra de adolescentes de Tres Cantos.

Tras el planteamiento general abordado por los profesores de la universidad, los alumnos de los grupos superiores analizaron la variación somática, la fisiológica, de hábitos de vida, y de energía obtenidas a través de sus dietas alimenticias.

La población de Tres Cantos sigue las pautas comunes descritas para el aumento de tamaño y remodelación somática, típicas de la pubertad y adolescencia. El incremento de estatura desde el inicio del proceso puberal hasta las edades finales del mismo supone una ganancia de 32,5 cm en varones y 10,2 cm en mujeres. En esta etapa ocurren fenómenos marcados de dimorfismo sexual conducentes a las diferencias observadas entre hombres y mujeres en etapa adulta.

El índice de masa corporal (IMC) es un buen evaluador de la constitución y forma corporal desde las primeras etapas del crecimiento. Pese a que las medias del IMC corresponden a valores de normalidad, según las referencias internacionales de Cole *et al.*, 2003, en una etapa sucesiva de análisis se pone de manifiesto la existencia de un porcentaje próximo al 24% de jóvenes con un valor de IMC dentro de las categorías de sobrepeso. Se observa que existe una variación de género en cuanto a esta situación somática no deseable; mientras que el porcentaje de sobrepeso en los varones es del 24%, tan solo afecta al 17% de las mujeres. *(Figura 2)*.

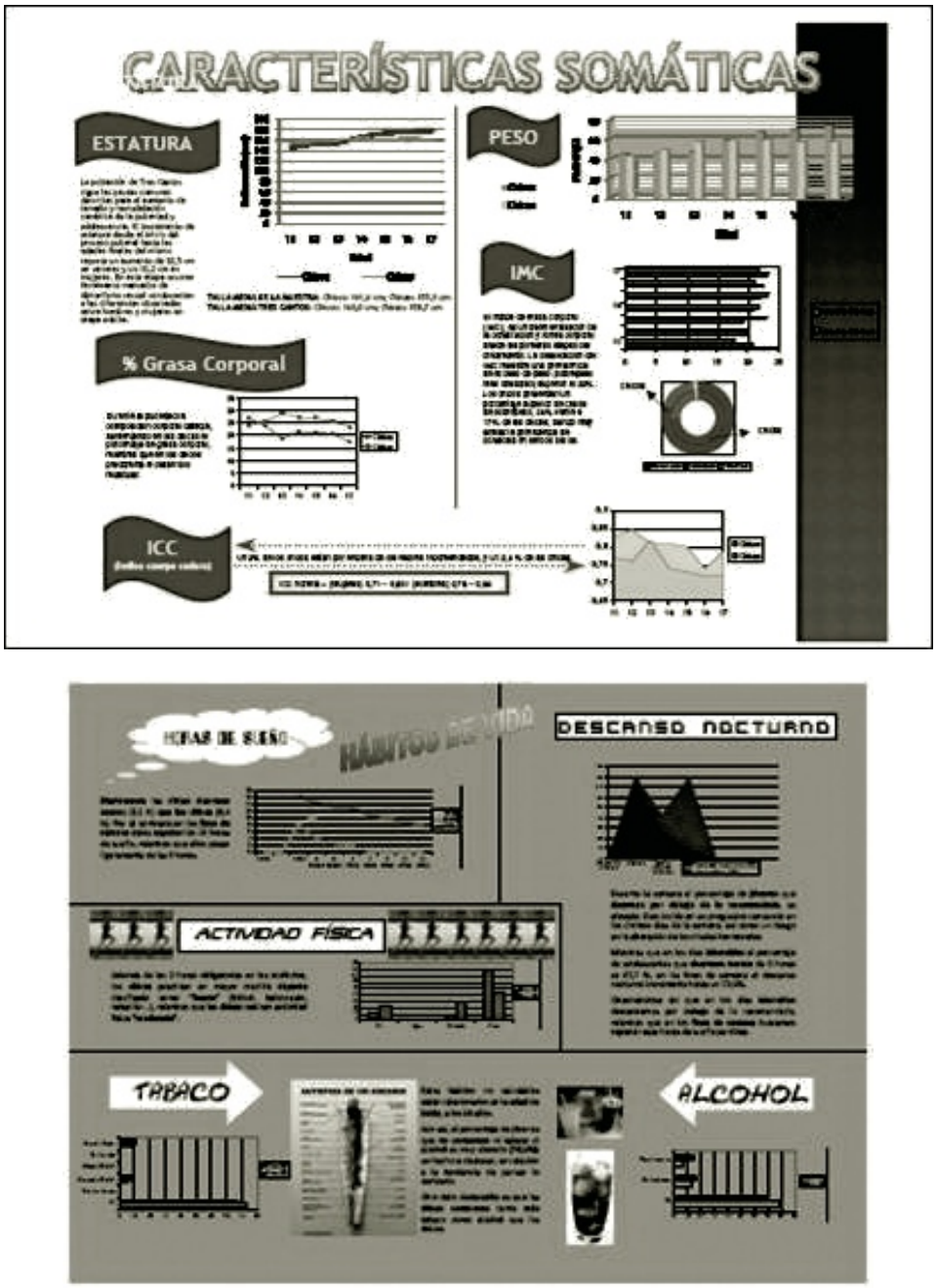


Figura 2. Algún ejemplo de pósters elaborados por los alumnos de 1.º Bachillerato del IES José Luis Sampedro.

Durante la pubertad la composición corporal cambia, aumentando en las chicas el porcentaje de grasa corporal, mientras que en los chicos predomina el desarrollo muscular. *(Figura 3)*. Además, el estudio ha

permitido conocer cómo la transición a las edades de 12 y 13 años diferencia significativamente los acúmulos grasos (porcentaje graso) entre las niñas que ya habían comenzado a menstruar *(Figura 4)*.

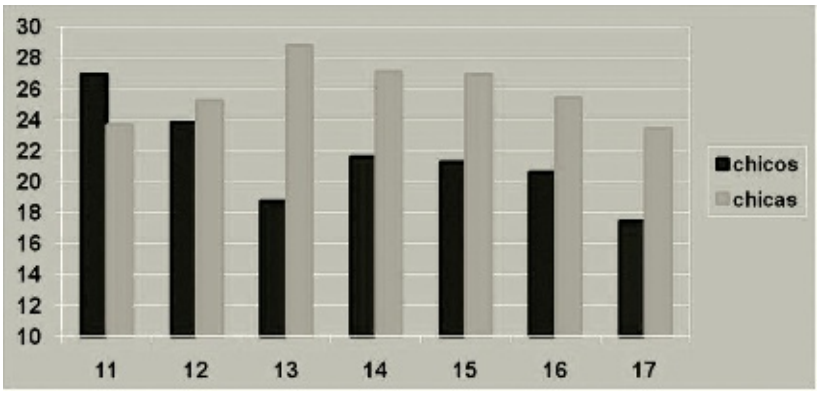


Figura 3. Porcentaje de grasa sobre peso corporal total.
Variación según edad y sexo.

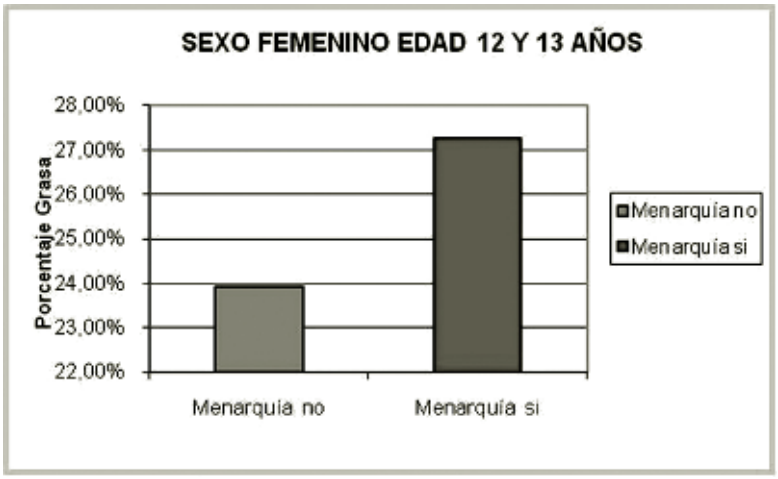


Figura 4. Porcentaje graso sobre peso corporal total en niñas con y sin menarquía en las edades de 12 y 13 años.

En un entorno sin carencias ni limitaciones socioeconómicas, los patrones de alimentación presentaron desviaciones importantes a las recomendaciones y aunque las condiciones somáticas eran de normalidad en un 75 %, se observaron situaciones tanto de bajo peso (en niñas fundamentalmente) y de sobrepeso. El análisis de estos datos permitirá a los docentes argumentar la necesidad de modificar los hábitos incorrectos. El proyecto ha permitido identificar la necesidad de educar en este campo para la mejora de calidad de vida y las repercusiones a medio plazo de hábitos mal adquiridos. De hecho, desde el punto de vista docente, los resultados han permitido detectar situaciones de riesgo y hábitos que necesitan corregirse y que es posible modificar pese al corsé de los planes de estudio.

En el aula ha sido posible aplicar métodos estadísticos a los resultados morfológicos y fisiológicos, comparando estos con las recomendaciones actualizadas de la FAO y la OMS, relacionándolos, además, con el contexto cultural que los genera (televisión, práctica de deportes, etc…).

Los alumnos tuvieron acceso a sus propios datos. Con estos se realizó un análisis sencillo, pero muy interesante. Pudieron ver las diferencias somáticas y variables fisiológicas entre chicos y chicas y en diferentes rangos de edad.

Los alumnos del IES Jorge Manrique fueron los representantes más jóvenes de la muestra estudiada. Fue necesario realizar una revisión de los principales conceptos que iban a manejar: componentes de

una dieta y su función biológica, la dieta equilibrada… A esto ayudó la lectura de un texto recomendado al que se hace referencia en el capítulo de metodología (FRAILE, 1996). Los alumnos mostraron mucho interés, en especial por la evolución de la dieta, desde nuestros antepasados hasta la dieta actual y su diversificación en los diferentes grupos humanos y sus diferentes marcos geográficos.

Cada alumno analizó su dieta semanal en relación a los parámetros que marca la pirámide nutricional (referencia) y reforzó el concepto de dieta equilibrada, repasando los distintos grupos de alimentos y sus funciones biológicas recogidos en la rueda de los alimentos.

El informe nutricional, elaborado por la Unidad de Antropología de la UAM como resultado del análisis de cada dieta y del estudio morfo-fisiológico de cada alumno, fue fundamental para que cada chico comprendiera en qué medida debía corregir sus hábitos nutricionales.

Posteriormente se les propuso buscar los problemas de salud más frecuentes entre sus compañeros: obesidad, caries, avitaminosis, malnutrición, anorexia…, en torno a los cuales se propusieron algunas hipótesis: si una malnutrición provoca en etapas posteriores de la vida otras patologías: diabetes, arteriosclerosis, hipertensión, osteoporosis, cabe preguntarse si una dieta adecuada sería capaz de evitar tales enfermedades.

Para exponer las conclusiones alcanzadas y los nuevos conceptos aprendidos se propuso a los alumnos la elaboración de presentaciones. Se formaron grupos de dos o tres alumnos y se procuró que los equipos estuvieran compensados: chicos y chicas, diferentes habilidades e intereses… Estos grupos de trabajo eligieron el tema de su presentación entre los propuestos.

Cada grupo defendió su trabajo. Las presentaciones reflejan ideas de hondo calado en sus autores, quienes son capaces de reconocer errores nutricionales y modificar sus hábitos incorrectos.

Finalmente se elaboraron pósters a partir de las diapositivas de las presentaciones para dar publicidad a los trabajos realizados y a sus reflexiones. Esto permitió que los resultados los conociera el resto de la comunidad escolar de todo el municipio de Tres Cantos *(Figura 5)*.

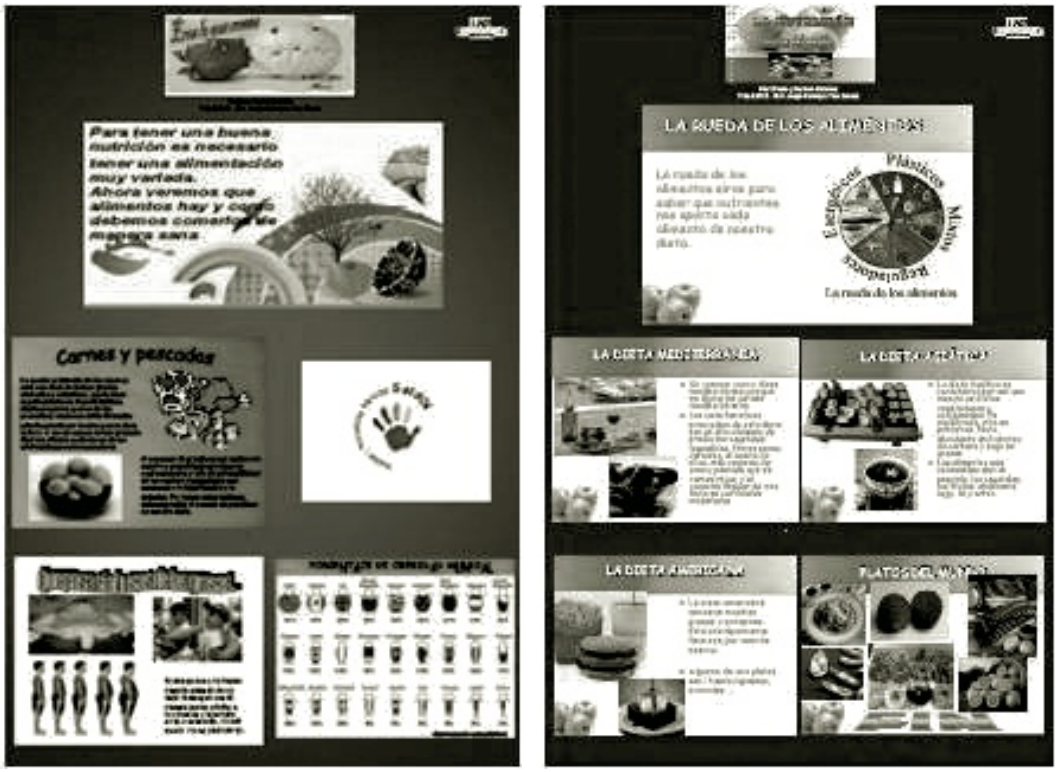


Figura 5. Ejemplo de carteles elaborados por alumnos de 1.º ESO del IES J. Manrique.

El estudio permite abrir la colaboración con otros departamentos didácticos: Educación Física, Ciencias Sociales…, que integren la educación de los adolescentes.

Los carteles fueron expuestos en los centros. Sus compañeros y sus educadores pudieron ver un trabajo realizado con rigor científico y que atrajo la atención y la curiosidad. Fueron muchas las consultas y preguntas que se realizaron y los alumnos supieron explicar convincentemente y con argumentos sólidos lo mostrado en sus trabajos. Además, constituyó parte importante de este primer avance de proyecto su exposición en los locales del ayuntamiento.

El marco integrador del proyecto ha permitido el paso conceptual de alumno depositario de conocimientos a alumno que asume este para investigar y dar a su entorno una respuesta ante problemas que la sociedad demanda.

A modo de conclusión, se refieren a continuación los siguientes puntos de interés:

- Los adolescentes de Tres Cantos se ubican normalmente en la categoría de normopeso, aunque se evidencia cómo la transición adolescente afecta tipológicamente de modo distinto a los chicos y a las chicas. Las categorías de mesomorfia son más frecuentes en los chicos y en los grupos de edad considerados, mientras que en chicas, marcadas en esta etapa por el inicio funcional de su capacidad reproductora, cambian su composición corporal maximizando el componente graso y adoptando la somatocarta endomesomorfia.
- En el aula ha sido posible aplicar métodos estadísticos a los resultados morfológicos y fisiológicos, comparando estos con las recomendaciones actualizadas de la FAO y la OMS, relacionándolos, además, con el contexto cultural que los genera (televisión, práctica de deportes, etc…).
- Desde el punto de vista docente, los resultados nos permiten detectar situaciones de riesgo y hábitos que necesitan corregirse y que es posible modificar pese al corsé de los planes de estudio.
- El estudio permite abrir la colaboración con otros departamentos didácticos: Educación Física, Ciencias Sociales…, que integren la educación de los adolescentes.

BIBLIOGRAFÍA

COLE, T. J, BELLICI, M. C., FLEGAL, K. M., DIETS, W. H. (2003). *Establishing standard definition for child overweight and obesity worldwide*. International survey. Br. Med J., 320, 1240-1243.

FRAILE, R. y ALCOVER, J. L. (1996). *Hamburguesa de mamut. Historia de la alimentación humana*, Ediciones de la Torre.

PRADO, C. (2003). *La puberté: une période de crise* en SUSANNE, C., REBATO, E. y CHIARELLI, B., *Anthropologie Biologique*. Bruxelles, De Boeck & Larcier. 503 - 517.

PROTOCOLO BIOÉTICO DE HELSINKI. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. http://www.wma.net/ethicsunit/helsinki.htm

WEINER y LOURIE, J. A. (1891). *Practical Human Biology*, London Academia Press. IBP.

Programa Comenius 2008-2010. Proyecto WATER (What Are The Environmental Risks?)

Ramón Orquín Rubio

Instituto de Enseñanza Secundaria l'Almadrava
Partida Salt de l'Aigua, s/n
Benidorm, Alicante
http://www.iesalmadrava.com
ramonorquin516j@hotmail.com

Palabras clave: Ciencias naturales aplicadas, curso en línea, alumnos de altas capacidades, mentoría universitaria, autoaprendizaje.

Keywords: Applied Natural Sciences, online course, High Capabilites Students, University tutorial, self-learning.

Resumen

El proyecto WATER pretende que los alumnos trabajen conjuntamente los problemas de la gestión global del agua, siendo conscientes de que decisiones tomadas a nivel local tienen repercusiones a escala europea. En él han trabajado más de 400 alumnos y 50 profesores de cuatro países: Suecia, Francia, Holanda y España. Se han establecido cuatro fases estudiando los problemas desde lo más cercano hasta plantear soluciones a los grandes retos de la gestión mundial del agua. El trabajo y convivencia en otros centros y alumnos con realidades culturales diferentes es sumamente enriquecedor, ayudando a construir una realidad común: Europa.

Abstract

The project «WATER» has as an aim to make the students work on the problems of water management, being aware that decisions that are made on a regional level have consequences on a European level. More than four hundred students and fifty teachers from four countries (Sweden, France, Holland and Spain) have worked on this project. Four points have been stablished in order to study problems from a near point of view. They have also presented some solutions for the big challenges that affect worlwide water management. The work and time shared with other pupils in other High Schools with different cultural environments have been really enriching. And it has contributed to build a common reality: Europe.

1. Introducción

El proyecto WATER (2008-2010) que se presenta ha sido desarrollado por cinco colegios europeos de Francia, Holanda, Suecia y España (dos centros), siendo financiado por la Unión Europea, a través del Programa COMENIUS (http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/doc84_en.htm), una iniciativa de la Comisión Europea (http://ec.europa.eu/index_en.htm) y del programa Life Long Learning (http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/doc78_en.htm).

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Los colegios participantes pretenden que sus estudiantes tomen conciencia de que forman parte de una Europa unida, a pesar de su diversidad nacional y cultural. Cómo respetar y preservar el medio ambiente es una cuestión actual y frecuente en todos los países europeos. Los jóvenes pueden identificarse fácilmente con esta demanda, más aún si están relacionados con la gestión del agua, recurso mundialmente distribuido y vital para el entorno y el propio ser humano. El proyecto tiene como objetivo animar y formar a los alumnos a actuar con responsabilidad hacia su entorno y ser conscientes de que las decisiones tomadas a escala local pueden tener repercusiones a escala europea o mundial.

El intercambio de información a través de las TIC, junto con las visitas a diferentes países, les proporcionará una percepción de la contribución personal y colectiva que pueden hacer para la conservación de recursos naturales. Trabajar fuera de las aulas, en un ambiente real en los países asociados, les proporcionará la oportunidad de participar en actividades comunes de preservación y así sentirse parte de una comunidad más amplia: la de Europa.

2.2. Objetivo específico

Nuestro propósito es que todos los alumnos sean conscientes de la situación actual de la gestión del agua en el mundo, resolviendo algunos problemas de mala gestión de los recursos hídricos, con el objetivo de reducir los efectos negativos a escala mundial de:

- La sequía
- Aumento del nivel del mar
- Escasez de agua potable
- Salinización de los pozos subterráneos
- Contaminación del agua
- Mala gestión del agua
- Contaminación
- La deforestación

2.3. Cometido

- Establecer soluciones locales sostenibles para la gestión del agua y el medio ambiente.
- Adquirir un vocabulario específico, en la lengua propia de los alumnos, relacionado con las cuestiones ambientales.
- Difundir los resultados de la investigación en inglés.
- Hacer a los estudiantes reflexionar sobre los diferentes aspectos de la gestión global del agua y sus consecuencias.

- Ayudar a los alumnos a aprender del trabajo en equipo, asumir las consecuencias y compartir soluciones sin tener en cuenta sus diferencias sociales, étnicas o nacionales.

2.4. Temas

Dentro del término WATER se han elegido cinco temas para su estudio: escasez de agua dulce, aumento del nivel del mar, desertificación, inundaciones y sequía.

3. Organización

3.1. Socios del proyecto

Son cinco los centros participantes y cuatro los países implicados, trabajando más de 400 estudiantes y 50 profesores.

- Coordinador: Colegio Lope de Vega, Benidorm, España. 110 alumnos y 18 profesores
- Socio 1: Nya Röllingby Gymnasium, Akersberga, Suecia. 120 alumnos y 8 profesores
- Socio 2: Van Der Capellen SG, Zwolle, Holanda. 75 alumnos y 4 profesores
- Socio 3: Institution St Louis St Pierre-Collège Lycée, Bourg-en-Bresse, Francia. 70 alumnos y 6 profesores
- Socio 4: IES l'Almadrava (España). 30 alumnos y 6 profesores

3.2. Reuniones de trabajo

A lo largo del proyecto se han previsto cuatro reuniones de trabajo, una en cada país participante. En estas reuniones el trabajo es doble, por una parte los alumnos trabajan con algunos profesores del país organizador, mientras que los profesores se reúnen en el centro.

Los estudiantes que asisten a las reuniones son elegidos por cada país miembro según sus propios criterios, si bien todos los centros han elegido representantes o líderes, para cada fase, encargados de coordinarse con los otros líderes de cada país. De entre ellos, se han elegido los alumnos que viajan a cada país a celebrar las reuniones de trabajo.



Foto 1. Reunión proyecto.

El trabajo de los alumnos consiste en elaborar un documento único a partir de lo que han trabajado en sus propios colegios. Para ello se establecen nuevos grupos formados por alumnos de cada país; cada grupo trabajará una parte de los contenidos estudiados confeccionando un resumen a partir de lo que cada país ha trabajado. Finalmente, se hace una puesta en común de todos los grupos y se elabora un documento único para cada reunión.

Por su parte, los profesores evalúan el desarrollo del proyecto, debaten los problemas surgidos para buscar soluciones, acuerdan el calendario y los trabajos para la próxima reunión, así como la metodología a emplear.

3.3. Integración curricular

En España, el proyecto se ha integrado de dos formas distintas: a nivel curricular (Colegio Lope de Vega) y a nivel extraescolar (IES l'Almadrava).

El Colegio Lope de Vega para el curso 08/09 ha incluido el proyecto en el currículum del área de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (1.º Bachillerato), en el que trabajan seis grupos de cuatro alumnos; y en el currículum de 3.º ESO, dentro del área de Biología-Geología, donde se ha implicado a 120 alumnos distribuidos en grupos de cuatro. Para el curso 09/10, lo ha incluido en la optativa de 4.º ESO, Taller Monográfico, haciendo que más de 40 alumnos participen en el proyecto.

Desde el IES l'Almadrava hemos presentado el proyecto extracurricularmente, como una actividad extraescolar a realizar por aquellos alumnos interesados en participar con edades comprendidas entre los 15-17 años y que estuvieran cursando 4.º ESO o 1.º Bachillerato. Se eligieron grupos de alumnos diferentes cada año.

En este sentido, para el curso 08/09 se ofreció el proyecto a los alumnos de 1.º Bachillerato, formándose un grupo de cinco miembros. Posteriormente, se amplió y se hicieron cinco grupos de cuatro alumnos entre estudiantes de 4.º ESO y 1.º Bachillerato. Para el curso 09/10 han participado cuatro alumnos de 1.º Bachillerato.

Los trabajos realizados por los alumnos han sido expuestos a sus compañeros con el fin de difundir su actividad y ser valorado por el profesor correspondiente y que guarda relación con la temática del proyecto, en concreto profesor/a de Biología-Geología, Ciencias del Mundo Contemporáneo e Inglés para 1.º de Bachillerato y profesor/a de Taller Monográfico e Informática para 4.º ESO.

Este carácter extracurricular ha obligado a realizar el trabajo de investigación en horas fuera del horario lectivo, suponiendo un esfuerzo para los alumnos y profesorado. Aún así, algunos aspectos han sido incluidos en el temario de 4.º ESO, dentro de la optativa de Taller Monográfico.

3.4. Profesorado

El papel del profesorado en el proyecto ha consistido en planificar y coordinar las reuniones de trabajo realizadas en cada país, así como evaluar el desarrollo del mismo. También ha orientado a los alumnos en el desarrollo del proyecto, en la búsqueda de información y en la presentación de los documentos.

La participación del profesorado, al igual que la de los alumnos, ha sido variada e interdepartamental. La dicotomía expuesta en la integración del proyecto para los centros de Benidorm, muestra aquí una nueva forma de implicación del profesorado. En este sentido, el Colegio Lope de Vega cuenta entre sus participantes con los profesores que imparten las materias donde el proyecto ha sido incluido, además de los coordinadores del mismo.

Por su parte, el IES l'Almadrava formó un equipo de trabajo interdisciplinar contando con miembros de los departamentos de Plástica y Visual (dibujo), Biología y Geología, Inglés y profesores del ciclo formativo de Salud Ambiental. Mención especial merece el profesorado de Inglés, toda vez que la totalidad de los trabajos han de ser presentados en esta lengua, con lo cual su participación en el proyecto es de vital importancia.



Foto 2. Profesorado.

4. Fases del proyecto

El proyecto se divide en cuatro fases de trabajo, a lo largo de las cuales los estudiantes han estado trabajando en sus respectivos centros, culminando cada fase en una reunión de trabajo celebrada en cada país.

En la fase 1, los alumnos intercambiaron información sobre ellos mismos, sus colegios y sus comunidades. Se realizó un cuestionario sobre la problemática del agua y se creó una Wiki (http://lopedevega.es/donlope/wiki) como medio de comunicación para los participantes del proyecto. Durante esta fase cada país presentó sus trabajos sobre los problemas del agua a nivel local. Desde el IES l'Alamadrava se presentó un trabajo sobre las inundaciones, origen, causas y riesgos de las mismas en la Comunidad Valenciana. La reunión de esta fase se celebró en Benidorm entre los días 3-5 de diciembre de 2008. En la misma se visitaron espacios naturales como la Albufera de Valencia como ejemplo de gestión de los recursos y el desarrollo de la sociedad; y plantas depuradoras y desalinizadoras como ejemplo de aprovechamiento de las aguas.

Durante la fase 2, los alumnos se familiarizaron con el significado del término «Gestión Local del Agua» y cómo les afecta a ellos, a su comunidad, presentando las amenazas ambientales de su país y cómo se produjeron. En este sentido, nuestros alumnos presentaron un trabajo sobre la problemática del agua en la Comunidad Valenciana, en concreto los derivados de la desertización y de las inundaciones. Se realizó un cuestionario sobre la gestión del agua para determinar su forma de vida y las consecuencias de sus hábitos ecológicos.

La culminación de esta fase tuvo lugar en la reunión celebrada en Francia los días 13 a 17 de mayo de 2009.

En la fase 3 se incidió sobre el término «Gestión Global el Agua». Se concretó una presentación sobre los efectos que tendría el calentamiento global en la gestión del agua desde el punto de vista geográfico, social, político y económico. Esta fase terminó con una reunión de trabajo celebrada en Suecia los días 30 de noviembre al 4 de diciembre de 2009. Durante la misma se visitó una isla de Estocolmo que fue totalmente regenerada, pasando de ser un espacio industrial con alto grado de contaminación a un espacio urbano ambientalmente sostenible.

A lo largo de la fase 4, los alumnos buscarán sus propias soluciones a los problemas planteados en la fase anterior sobre el calentamiento global y la gestión del agua según los puntos de vista geográfico, social, político y económico. Los alumnos del IES l'Alamadrava presentaron, además, un centro educativo dise-

ñado por ellos mismos utilizando conceptos y elementos de arquitectura bioclimática. Finalmente, cada alumno escribió sus propias conclusiones y opiniones sobre las soluciones para mejorar la gestión del agua. Esta fase se celebro en Holanda los días 26 a 29 de abril de 2010.



Foto 3. Reunión Holanda.

5. Conclusiones

Una vez concluido el proyecto, la valoración que se hace del mismo es plenamente positiva desde varios aspectos: curricular-metodológico, alumnado y profesorado.

5.1. Curricular-metodológico

La incorporación de contenidos a nivel curricular planteada de forma global, estructurada en una secuencia creciente, desde el ámbito local hasta el mundial; la puesta en común y debate con otros alumnos, cuya realidad difiere de la propia; la aplicación de una metodología interactiva e inductiva, donde las competencias de aprender a aprender y la utilización de nuevas tecnologías están plenamente desarrolladas; y el trabajo en pequeños grupos, aseguran un aprendizaje eficaz de los contenidos trabajados, además de enriquecedor.

Ambas integraciones del proyecto en el centro, bien a nivel curricular, bien a nivel extraescolar, son validas. Si bien la opción extracurricular ha de ser previamente consensuada tanto con profesores como por alumnos, toda vez que el trabajo fuera de horario lectivo es imprescindible.

5.2. Alumnado

Compartir ideas con otros alumnos europeos y debatirlas, mostrar la realidad de su país y contrastarla con la de otros países respecto a los temas planteados, trabajar en centros educativos ajenos, etc., suponen para el alumno ampliar su visión más allá de la fronteras locales, haciéndoles participes de una Europa común, con diferentes realidades.

5.3. Profesorado

Al igual que para los alumnos, al profesorado implicado este proyecto les brinda una oportunidad de intercambiar información y experiencias con otras realidades europeas, teniendo como perspectiva la idea de un territorio común: Europa.

La huella ecológica: ¿cuántos planetas necesitas para vivir?

Andrés García Ruiz[1] y María Dolores Castro Guío[2]

Palabras clave: Huella ecológica, sostenibilidad, movilidad, educación para la sostenibilidad.

Keywords: Ecologic footprint, sustainability, mobility, education for sustainability.

Resumen

La huella ecológica se considera como un indicador ambiental que mide la superficie biológicamente productiva necesaria para producir los bienes y servicios que consume una determinada persona o región y absorber los residuos que genera. Aunque se trata de un indicador ampliamente utilizado, presenta algunas limitaciones metodológicas que dificultan su utilización.

El trabajo presentado se ubica dentro de un proyecto más amplio, el cual tiene como objetivo principal el realizar un estudio sobre la sostenibilidad de Parla.

Presentamos el cálculo de la huella ecológica individual y de la ciudad, así como el estudio de la movilidad, exponiendo solo los resultados relativos a la percepción por parte de los estudiantes de los aspectos relacionados con la sostenibilidad y la movilidad.

Abstract

The ecológical footprint is an environmental indicator that measures the biologically productive área needed to produce the goods and services that a región consumes and to absorb the waste the person and región generals. In spite of being a widely used indicator, it presents some methodological limitations that make its application difficult.

The presented work is located inside a wider project, which has as main objective carrying out a study on the sustainability of Parla.

We present the I calculate of the print ecological singular and of the city, as well as the study of the mobility, exposing alone the relative results to the perception on the part of the students of the aspects related with the sustainability and the mobility.

[1] Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. 28049-Madrid. andres.garcia.ruiz@uam.es

[2] Departamento de Física y Química. IES Atenea. Colombia 28. 28945-Fuenlabrada (Madrid). mdcastroguio@hotmail.com

1. Introducción

Todos los seres vivos necesitamos los recursos que nos ofrece el planeta en el que vivimos para cubrir nuestras necesidades. La huella ecológica es un indicador ambiental de carácter integrador del impacto que ejerce la comunidad humana, país, región o ciudad sobre su entorno. Es el área de terreno necesario para producir los recursos consumidos y para asimilar los residuos generados por una población determinada.

El trabajo que exponemos forma parte de un proyecto más amplio, realizado con alumnos de Secundaria sobre la sostenibilidad de la ciudad de Parla, comenzado hace varios cursos.

En un primer momento estudiamos con alumnos de Secundaria, de forma general, el medio ambiente en Parla (García, Castro, 1997, y García, 1999) y luego nos hemos ido centrando en temas concretos como el suelo, el agua y por último la movilidad (García, Gómez, 2010).

Con el desarrollo de estas actividades pretendemos que los alumnos, como futuros ciudadanos, sean capaces de enfrentarse a nuevos retos como por ejemplo la globalización, los avances tecnológicos, el cambio climático…, y con esta experiencia en concreto pretendemos que el alumnado sea capaz de ver si su estilo de vida es coherente con el desarrollo sostenible y cómo puede mejorarlo.

2. Marco teórico

El concepto de huella ecológica surge a comienzos de los noventa, como un intento de aproximación al grado de sostenibilidad de los hábitos de consumo de una determinada población (Bicknell *et al.,* 1998). Posteriormente, se desarrolló para este indicador un marco metodológico y conceptual orientado a medir el área necesaria de territorio ecológicamente productivo para producir los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población concreta (Wackernagel y Rees, 1996).

Aunque diversos autores han presentado algunas críticas sobre la huella ecológica (Van Vuuren *et al.*, 2001, Barret *et al*, 2005), ésta ha sido ampliamente utilizada como herramienta divulgativa de conceptos complejos como son la sostenibilidad o la capacidad de carga.

Desde el punto de vista pedagógico, hemos utilizado como marco de referencia el paradigma de la complejidad (Bonil *et al*., 2004), a nivel conceptual, procedimental y actitudinal. Desde este paradigma, educar para la sostenibilidad supone educar de forma paralela una forma de pensar, de actuar y una ética concreta.

Bajo este paradigma, las actividades y el material elaborado se sustenta en tres ejes que han determinado tanto su temática como su estructura. El primero, la huella ecológica, individual y local, que ha permitido establecer las temáticas generales a tratar. El segundo eje ha sido la utilización de los resultados de investigaciones previas sobre la percepción de los problemas ambientales de la localidad y el tercero hace referencia a los marcos teóricos didácticos que han orientado la organización de las actividades realizadas.

Para la realización de las actividades, la huella ecológica ha aportado la definición de las grandes temáticas relacionadas con la sostenibilidad (Merkel, 2005) y su calculo actúa como herramienta integradora de los temas ambientales tratados independientemente, dando esto una visión de globalidad.

3. Metodología

Comenzamos las actividades presentando a los alumnos una noticia aparecida en el diario *El Mundo* el 24 de noviembre de 2009, referente a la huella ecológica de la Humanidad, titulada «Necesitamos un planeta y medio para mantener el nivel de consumo actual». En la noticia aparecía un gráfico con el avance de la huella ecológica y el número de planetas necesarios para determinados países, entre los que tenemos que destacar que por ejemplo Estados Unidos necesitaba cinco planetas, España cuatro e India solo 0,4.

3.1. Actividad 1. Cálculo de la huella ecológica individual

La primera actividad consistió en hacerse cada alumno el cálculo de su huella ecológica individual. Para ello todos los alumnos realizaron el cálculo del portal: http://www.miliarium.com/formularios/HuellaEcologicaA.asp. Es un test que calcula la huella ecológica tratando diferentes temas como alimentación, transporte, residuos, electricidad, calefacción y agua. Es un indicador ambiental de carácter integrador del impacto que ejerce una comunidad, país, regíón o ciudad sobre su entorno.

Para corroborar los datos, obtenidos, seguidamente cada alumno eligió otro test para realizar el cálculo de su huella, entre los más utilizados podemos señalar: http://www.vidasostenible.org/ciudadanos/a1.asp http://platea.pntic.mec.es/~iali/personal/scoresp.htm.

Seguidamente calcularon de forma individual la huella de carbono en el portal: http://twenergy.com/calculadora-huella-carbono-co2/crear. Esta huella representa el total de los gases de efecto invernadero que cada individuo produce diariamente de manera directa o indirecta en forma de medidas de CO_2. La calculadora estima la huella derivada del consumo eléctrico en el hogar.

3.2. Actividad 2. Cálculo de la huella ecológica de Parla

Comenzamos esta actividad pidiendo a los alumnos que hicieran los test de cálculo de la huella entre sus familiares y amigos, para disponer de más datos.

La metodología de cálculo se basa en contabilizar el consumo de las diferentes categorías y transformarlo en la superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad.

Las seis categorías ecológicas son: cultivos, pastos, bosque, mar, superficie construida y áreas de absorción de CO_2.

Debemos tener presente a la hora del cálculo dos conceptos fundamentales:

1. Déficit ecológico: que es la diferencia entre el área disponible y el área consumida en un lugar determinado.
2. Capacidad de carga: es la capacidad local disponible, teniendo en cuenta la productividad del terreno y una reserva del 12% para conservación de la biodiversidad. Esta medida supone la máxima explotación a la que puede ser sometido un terreno sin perjudicar de forma permanente su productividad.

Para poder calcularla tenemos que utilizar una metodología basada en la estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a la población, al consumo de agua, al gasto energético, a los residuos producidos y a la ocupación directa del terreno, es decir, contabilizar el consumo de las diferentes categorías en unidades físicas.

Para facilitar el cálculo, podemos utilizar una matriz adaptada a la zona de estudio:

Categorías de uso	Necesidades de superficie productiva						
	Absorción de CO_2	Cultivos	Pastos	Bosques	Mar productivo	Suelo ocupado	Huella ecológica
Agricultura							
Ganadería							
Pesca							
Forestal							
Bienes consumo							
Energía							
Ocupado							
Conservación							
Huella ecológica							

Tabla 1. Adaptación de matriz a la zona de estudio.

Seleccionaremos las celdas necesarias, indicativas del área necesaria para que cada habitante pueda satisfacer sus necesidades según las categorías reseñadas.

3.3. Actividad 3. Análisis de la percepción de los alumnos sobre los problemas de movilidad en la localidad

Tal y como señalamos anteriormente, el curso pasado realizamos un estudio sobre la movilidad en Parla, aprovechando la inauguración del tranvía urbano.

Con los datos obtenidos en una buena parte de alumnos de secundaria de Parla, pertenecientes a varios centros (García y Gómez, 2010), analizamos los datos mediante la combinación de una metodología cuantitativa y cualitativa, utilizando una adaptación de los mapas de Thagard.

Los mapas de Thagard son mapas conceptuales que representan conceptos y las relaciones entre ellos. Los conceptos son como las unidades de conocimiento científico y se relacionan entre ellos formando estructuras complejas.

Los mapas están divididos en rectángulos y cada uno de ellos a su vez está dividido en niveles de escalares: persona, Parla y mundo. Las flechas muestran las relaciones establecidas por el alumnado entre las diferentes categorías.

4. Resultados

Los test realizados por los alumnos para calcular la huella ecológica individual, utilizando el portal: http://www.miliarium.com/formularios/HuellaEcologicaA.asp, nos muestran unos datos muy similares para todos ellos, ya que todos han obtenido entre 200 y 400 puntos, es decir, necesitarían dos planetas para vivir con el ritmo de consumo actual.

Estos datos han sido corroborados con la utilización de las otros calculadores, arrojando números similares.

La aplicación en las familias y amigas también nos muestran resultados parecidos, con la necesidad de dos planetas como mínimo.

Con respecto al cálculo de la huella ecológica de CO_2, los datos obtenidos nos indican que el nivel de eficiencia en este aspecto es bajo para la mayoría del alumnado.

Respecto al cálculo de la huella ecológica de Parla, los alumnos buscaron la información necesaria, como número actual de habitantes y superficie, haciendo una aproximación de su cálculo.

Los datos nos dan unos valores aproximados a los generales de la Comunidad de Madrid, que oscilan entre 3,47 y 4,10 ha/cap/año.

Con respecto a los problemas de movilidad, los datos obtenidos de los cuestionarios, han sido tratados de forma cualitativa para realizar los mapas de Thagard, estableciendo las relaciones entre las respuestas obtenidas.

El análisis de las percepciones de los alumnos de Secundaria respecto al concepto de sostenibilidad, muestra que la movilidad es uno de los principales problemas ambientales, sobre todo por el excesivo uso del coche que se hace y que se podrá paliar con el tranvía, al ser un medio más ecológico.

El análisis de los mapas resultantes nos ha permitido ver cómo la movilidad es planteada por el alumnado como un problema definido de varias formas, como el exceso de coches, la contaminación…, con consecuencias tanto a nivel social como ecológico.

En la *figura 1* mostramos uno de los mapas construidos sobre la movilidad en Parla antes de entrar en funcionamiento el tranvía.

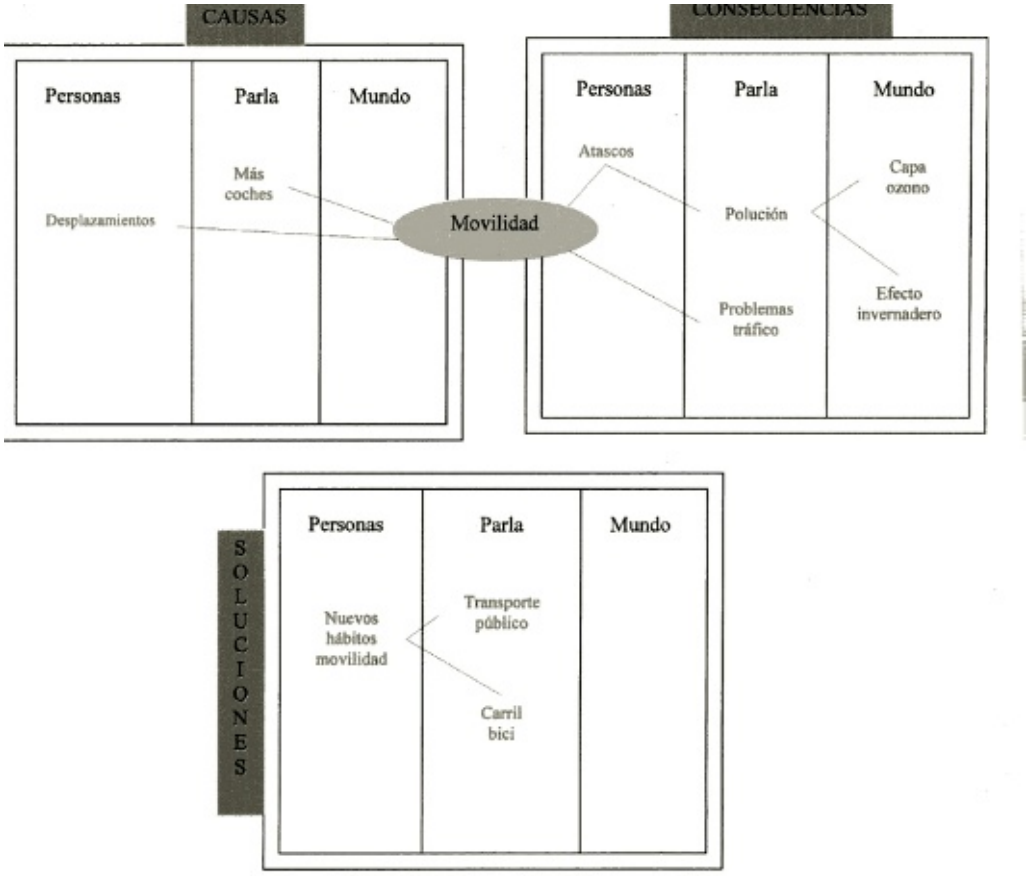


Figura 1. Análisis de las respuestas de los alumnos mediante una adaptación de los cuadros de Thagard sobre la movilidad.

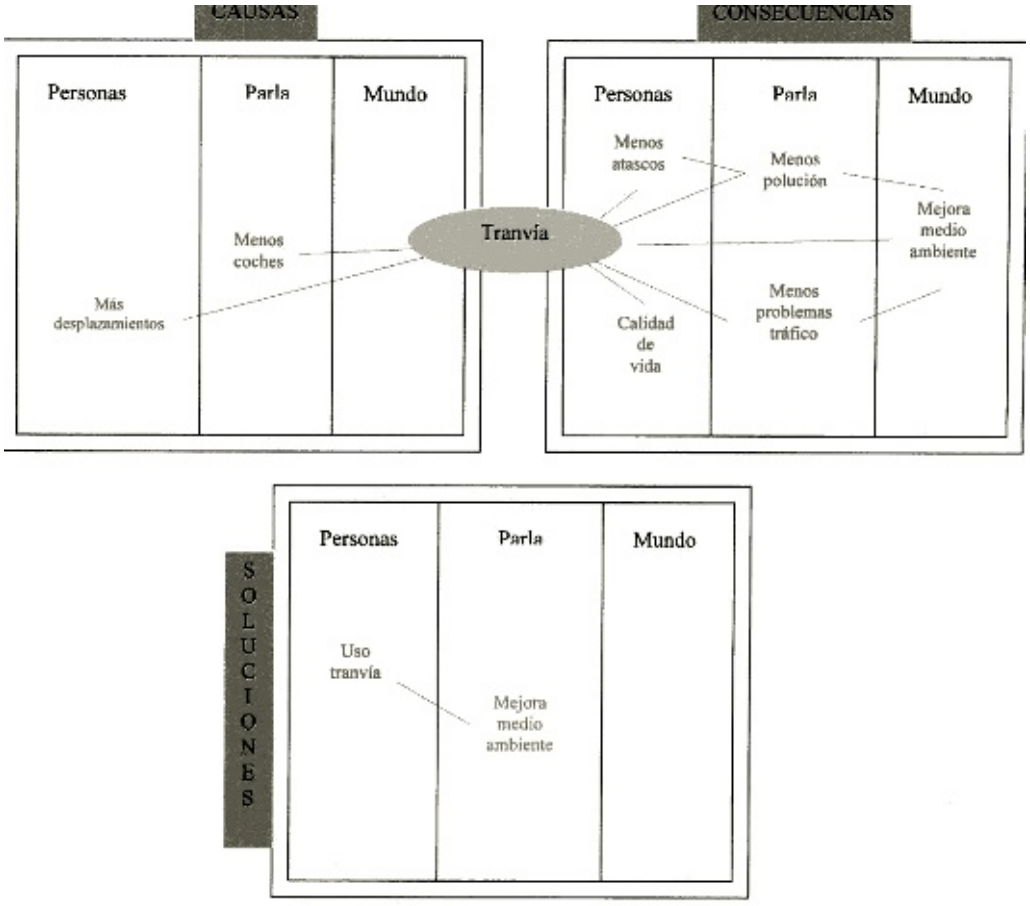


Figura 2. Análisis de las respuestas de los alumnos mediante una adaptación de los cuadros de Thagard sobre el tranvía.

En el análisis del mapa, vemos cómo la movilidad en esta ciudad la asocian con atascos y con contaminación, ya que en zonas concretas el número de coches es elevado y también relacionan la importancia de los efectos locales en el cambio global.

Los alumnos tienen clara la importancia en la movilidad el nuevo medio de transporte, ya que disminuye el uso de los coches y mejora la calidad de vida en la ciudad.

Finalmente, señalar que los alumnos proponen causas y soluciones muy sencillas para un problema que podemos considerar de gran importancia, sobre el medio ambiente local y global.

5. Conclusiones

La experiencia ha resultado muy positiva, ya que los alumnos se sienten motivados con este tipo de actividades, al adquirir concienciación de que sus actividades diarias están consumiendo recursos del planeta y, por ello, los cambios de hábitos pueden ayudar a salvar el planeta, cambiando el futuro.

El valor didáctico del concepto de huella ecológica evidencia dos realidades, como que los hábitos de vida de los habitantes de los países ricos no pueden extenderse al resto de países y que la economía planetaria sostenible exige una reducción del consumo, en la medida que pueda compensarse con un aumento en la eficiencia de los procesos productivos.

En general, en las conclusiones de los alumnos, todas muestran la idea de que es necesario un cambio en sus hábitos de vida, para mejorar la sostenibilidad del planeta, empezando por lo local para llegar a lo global.

Bibliografía

Barrett, J., Vallack, H., Jones, A., Haq, G. (2002). *A material flow analysis and Ecological Footprint of York.* Stockholm Environment Institute, University of Cork.

Barrett, J., Birch, R., Cherrett, N., Wiedmann, T. (2005). *Reducing Wales Ecological Footprint: A resource accounting too for sustainable consumption.* Stockholm Environment Institute, University of York; published by WWF Cymru, Cardiff, UK.

Bicknell, K. B., Ball, R. J., Cullen, R., Bigsby, H. R. (1998). New methodology for the ecological footprint with an appfication to the New Zealand economy. *Ecological Economics*. 27,149-160.

Bonil, J. *et al*., (2004), Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela,* 53, 5 -19.

García, A. y Gómez, R. (2010). Hacia la movilidad sostenible urbana: caso de Parla (Madrid). *Propuestas de educación ambiental,* 3, 5-8.

García Ruiz, A. y Castro, M. D. (1997). La fauna y flora como recurso para el estudio medioambiental del pueblo de Parla. *Bio*, 10:5-6.

García Ruiz, A. (1999). Enfoque metodológico para el estudio de la salud de nuestra ciudad en la enseñanza secundaria. *Cuadernos de bitácora,* 4: 83-88.

Merkel, J. (2005). *Simplicidad radical.* Barcelona: Fundació Francesc Ferrer i Guardia.

Thagard, P. (1992). Analogy, explanation and education. *Journal of Research in Science Teaching,* 29, 537-544.

Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton Univ. Press.

Van den Bergh, J. C. J. M., Verbruggen, H. (1999). Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecológical footprint. *Ecological Economics* 29, 61-72.

Wackernagel, M., Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint. Reducing Human Impact on the Earth.* New Society Publishers. Cabriola Island.

http://www.york.ac.uk/inst/sei/ecofootprint/york%20technical%20report.PDF

Dirección editorial: Antonio Brandi.

Dirección de arte: José Crespo.

Jefe de desarrollo de proyecto: Javier Tejeda.

Dirección técnica: Ángel García Encinar.

Confección y montaje: Fernando Calonge y Antonio Díaz.

Corrección: Gerardo Z. García y Juan David Latorre.

© 2011 de la obra completa,
Marisa González Montero de Espinosa
y Alfredo Baratas Díaz

Servicios editoriales y maquetación
Santillana Educación, S. L.
Torrelaguna, 60. 28043 Madrid
PRINTED IN SPAIN
Impreso en España por

ISBN: 978-84-680-0377-1
CP: 312726
Depósito legal:

Todas las imágenes que se incluyen en esta obra han sido aportadas por los autores de cada uno de los trabajos. La responsabilidad de su publicación corresponde única y exclusivamente a dichos autores.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

COLABORAN:

Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid

HN

Santillana