

## **Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales**

El trabajo experimental es una parte fundamental de la enseñanza de la Biología. Uno de los obstáculos, percibidos por los profesores, para la incorporación de las TIC a la práctica docente es la carencia de materiales curriculares en formato digital diseñados para trabajar los contenidos procedimentales. Disponer de materiales suficientes que permitan abordar estos contenidos es esencial para lograr la plena integración curricular de las TIC, ya que su diseño no está al alcance del común de los profesores. Una de las posibles vías de incorporación de las TIC al trabajo experimental la constituyen los laboratorios virtuales, los cuales pueden no sólo aportar nuevos enfoques para trabajar estos contenidos, sino que vienen a solventar algunos de los problemas que presenta el trabajo en el laboratorio tradicional (limitaciones de tiempo, peligrosidad, disponibilidad de material...).

### **2- Laboratorios virtuales**

Mayor interactividad presentan algunos laboratorios virtuales específicamente diseñados con un objetivo educativo concreto. Así, en la página del Virtual Courseware Project (un proyecto de diseño de simulaciones interactivas online para laboratorios de ciencias de la Universidad de California y la National Science Foundation de Estados Unidos) el laboratorio virtual sobre Genética, "Drosophila" (<http://www.sciencecourseware.org/vcise/drosophila/>), permite visualizar y cuantificar los resultados de cruzamientos de moscas Drosophila de diferentes fenotipos tras varias generaciones y analizar las hipótesis de trabajo. La información registrada sirve para realizar el informe de laboratorio cuya plantilla es proporcionada por el propio programa. Un cuestionario final permite comprobar el aprendizaje.

Otros ejemplos de laboratorio virtual pueden consultarse en la página "Biology Labs Online" de este mismo proyecto (<http://www.sciencecourseware.org/BLOL/>), aunque éstos solamente pueden utilizarse bajo suscripción. También mediante suscripción se puede trabajar con los laboratorios del catálogo Gizmo sobre diversos temas de Biología, aunque una demo permite visualizar sus características (<http://www.explorellearning.com/>).

En la página "Biology in Motion" se pueden encontrar actividades interactivas además de un laboratorio sobre evolución que permite introducir mutaciones en una población comprobar los efectos de la selección tras varias generaciones (<http://biologyinmotion.com/evol/>).

La universidad de Cornell ha desarrollado una serie de tutoriales para el laboratorio de Biología para trabajar en diversos temas como enzimas, ósmosis, diversidad animal y vegetal, genética, división celular, embriología o el manejo del microscopio y las pipetas a través de varias actividades interactivas ([http://biog-101-104.bio.cornell.edu/BioG101\\_104/BioG103-104.html](http://biog-101-104.bio.cornell.edu/BioG101_104/BioG103-104.html)).

La universidad de Wisconsin, a través de su página "Connecting Concepts: Interactive Lessons in Biology" (<http://ats.doit.wisc.edu/biology/lessons.htm>), ofrece varios laboratorios sobre ecología, evaluación, genética, biología celular, fisiología animal y fisiología vegetal, en cada uno de los cuales propone a los estudiantes una tarea de tipo investigativo.

El Brooklyn College

(<http://www.brooklyn.cuny.edu/bc/ahp/BioWeb/BioWeb.Lab3.main.html>) ofrece un laboratorio de Microbiología que permite trabajar conceptos de Ecología como población, factores bióticos y abióticos, factores limitantes o capacidad de carga del ecosistema a partir del estudio del crecimiento de poblaciones de bacterias en presencia o ausencia de factores limitantes, así como el registro de datos y la elaboración de curvas de crecimiento exponencial y sigmoidal.

La página "The Virtual Biology Labs" (<http://bio.rutgers.edu/>) contiene 10 laboratorios virtuales (3 aún no disponibles) sobre diferentes temas de Biología.

Destrezas más avanzadas de la investigación científica se pueden trabajar en Biointeractive , página del Instituto Médico Howard Hughes

(<http://www.hhmi.org/biointeractive/vlabs/index.html>), a través del "Laboratorio virtual de inmunología", que permite utilizar técnicas de ensayo inmunoenzimático (ELISA) para detectar la presencia o no de anticuerpos para una determinada enfermedad, así como de sus otros laboratorios disponibles sobre moscas transgénicas, identificación de bacterias, cardiología y neurofisiología.

También algunas editoriales incluyen laboratorios virtuales entre sus recursos disponibles en la red. Así, McGrawHill, a través del Online Learning

Center ([http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072437316/](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072437316/student_view0/online_labs.html)

[student\\_view0/online\\_labs.html](http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072437316/student_view0/online_labs.html)), permite el acceso a 31 laboratorios virtuales de Biología basados en la simulación de investigaciones que comienzan con una hipótesis que tiene que ser contrastada. Otra editorial, Pearson Prentice Hall, en su página "LabBench Main"

([http://www.phschool.com/science/biology\\_place/labbench/index.html](http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/index.html)),

ofrece 12 laboratorios sobre distintos aspectos de Biología y Fisiología con simulaciones, actividades interactivas y cuestionarios de autoevaluación.

## 2. Moléculas de la vida

El ADN Learning Center de Nueva York (<http://www.dnalc.org/home.html>) ofrece un buen tutorial interactivo sobre el ADN así como animaciones sobre cómo obtener líneas celulares embrionarias, huellas genéticas, la acción de la PCR, etc. Más animaciones y tutoriales sobre Biología celular se encuentran en "CELLS alive!" (<http://www.cellsalive.com/>) y en los módulos sobre Biología y recursos adicionales de la página de Biologymad (<http://www.biologymad.com/>).

Sobre desarrollo embrionario podemos encontrar animaciones, algunas traducidas al español (eso sí, pésimamente), en la página de la universidad de Stanford

<http://www.stanford.edu/group/Urchin/contents.html>.

En la página personal de S.M. Halpine <http://home.earthlink.net/~shalpine/> también hay animaciones sobre biología celular e inmunología.

Muchas editoriales publican libros de texto que incluyen un CD-rom con simulaciones, tutoriales o ejercicios interactivos. Sumanas Inc. es una empresa de desarrollo de material multimedia para educación que diseña muchas animaciones para diferentes editoriales. Una extensa colección de animaciones desarrolladas por esta empresa se pueden encontrar en su página <http://www.sumanasinc.com/webcontent/animation.html>.

Otras editoriales, como W. H. Freeman (<http://bcs.whfreeman.com/thelifewire8e/>) o Wiley, (<http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/chapter/chapter.htm>) tienen algunos de sus textos disponibles en la red en formato hipertextual, los cuales incluyen gran cantidad de animaciones.

En español podemos encontrar algunas simulaciones en las páginas personales de algunos profesores como Lourdes Luengo (<http://www.arrakis.es/~ibrabida/biologia.html>) o Jose Luis Sánchez ([http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/Animaciones/Indice\\_anim.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/Animaciones/Indice_anim.htm)). También en Jugar y aprender Ciencias Naturales hay una simulación sobre las leyes de Mendel (<http://www.upv.es/jugaryaprender/cienciasnaturales/simumendel.htm#mendel>) y sobre biología vegetal, bajo suscripción, en eduMedia ([http://www.edumedia-sciences.com/m214\\_l3-biologia-vegetal.html](http://www.edumedia-sciences.com/m214_l3-biologia-vegetal.html)).

Algunas universidades latinoamericanas tienen páginas con animaciones en español, como la página del Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Honduras (<http://www.cra.unah.edu.hn/biologia/animaciones.html>) o la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste de Argentina (<http://www.biologia.edu.ar/>).

### **3- Disecciones**

También las disecciones para el estudio de los seres vivos, cada vez menos presentes en los laboratorios de enseñanza secundaria por razones, en parte, éticas y de disponibilidad de material, pueden realizarse ahora virtualmente en las aulas a través de programas informáticos. Ejemplos disponibles en Internet, en los que la anatomía interna se nos va descubriendo a golpe de ratón, son la disección de una rana en <http://frog.edschool.virginia.edu/> o de un cerdo en <http://tec.uno.edu/George/Class/2002Fall/EDCI4993603/webSites/BMaloney/pigdissection.htm>, aunque se pueden encontrar otros ejemplos en CDROM (<http://www.biolabsoftware.com/bls/pig.html>). Otro ejemplo de disección de una rana en 3D se encuentra en: [http://froggy.lbl.gov/#frog\\_anatomy](http://froggy.lbl.gov/#frog_anatomy).

### **4- Microscopía**

En relación a la microscopía, algunas instituciones, como el departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Delaware, han desarrollado programas que permiten incluso desarrollar destrezas manipulativas, aunque quizás no sea esta la aplicación más interesante de estos laboratorios. En este caso se trata de un programa instruccional en el que el alumno maneja virtualmente un microscopio y observa algunas preparaciones (<http://www.udel.edu/Biology/ketcham/microscope/>).

Para trabajar sobre diferentes tipos de microscopía electrónica, algo inaccesible para el común de los estudiantes, podemos recurrir a "Virtual Microscopy" de la página de la División de Microscopía Óptica del National High Magnetic Field Laboratory en colaboración con la universidad de Florida, la universidad estatal de Florida y el

laboratorio Nacional de Los Álamos (<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/virtual/virtual.html>); a la página del Exploratorium, el famoso museo de San Francisco (<http://www.exploratorium.edu/index.html>), donde podemos encontrar imágenes aceleradas de mitosis o desarrollo embrionario o a "The Virtual Microscope", desarrollado por la NASA (<http://virtual.itg.uiuc.edu/index.shtml>). También se pueden obtener imágenes de microscopio óptico o electrónico (coloreadas o en blanco y negro) a partir de un banco de 1.800 imágenes clasificadas por categorías en <http://www.denniskunkel.com/>.

### **5- Laboratorios virtuales en español**

Aunque en inglés, como hemos visto, se pueden encontrar bastantes recursos, el panorama de los laboratorios virtuales en español es desolador.

Cano, M. y P. Cañal (2006) Las actividades prácticas en la práctica: ¿qué opina el profesorado? *Alambique*, 47, 9-22

La búsqueda de laboratorios virtuales de Biología en nuestro idioma arroja muy pocos resultados (aunque sí los hay de Física o Química) y no siempre responden a lo que supuestamente esperamos de estos programas.

Podemos encontrar tutoriales sobre Biología en la página en español del Proyecto Biológico (Biology Project) de la Universidad de Arizona, gracias a la traducción que han llevado a cabo las universidades de Formosa, Chile, Alcalá de Henares, Valladolid y Valencia, así como simulaciones interactivas adecuadas para la enseñanza secundaria que plantean actividades para trabajar con mitosis de raíz de cebolla y cariotipos humanos y otras, de más nivel, sobre análisis de ADN (<http://www.biologia.arizona.edu/default.html>).

La estructura y procesos celulares se pueden estudiar utilizando los simuladores y las actividades propuestas por el "Laboratorio celular" de Manuel Merlo que podemos encontrar en la página de Averroes (red telemática educativa de Andalucía)

[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos\\_informaticos/programas/laboratorio.php3](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/recursos_informaticos/programas/laboratorio.php3). Del mismo autor, "La Isla de las Ciencias" es una aplicación que permite estudiar diferentes aspectos de la herencia y la evolución así como de los ecosistemas, su dinámica y los impactos ambientales en una isla ficticia. El alumno debe responder a las cuestiones que se plantean en una "ficha de actividades" utilizando animaciones interactivas o buscando información en la red (<http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material082/index.html>).

"Cultivando en el Espacio" es un laboratorio virtual que reproduce experimentos sobre crecimiento de las plantas similares a los que se hacen a bordo de la Estación Espacial Internacional y se encuentra en la página Ciencias de la Vida del programa COFT (Classroom of the Future) de la página educativa sobre la Estación Espacial Internacional desarrollada con la cooperación de la NASA (<http://iss.cet.edu/spanish/lifescience/default.xml>).

En <http://learn.genetics.utah.edu/es/units/basics/builddna/> de la universidad de UTA podemos encontrar una simulación en español para construir una molécula de ADN. También los laboratorios virtuales de algunas universidades, accesibles en Internet, pueden utilizarse, en algunos casos, para profundizar sobre un determinado tema, como el "Laboratorio de Microbiología" del Departamento de

Microbiología y Genética de la facultad de Farmacia de la Universidad de Salamanca (<http://edicionmicro.usal.es/web/educativo/MBAyC/f6.html>) que permite la identificación de bacterias tanto por métodos tradicionales como por métodos moleculares o el laboratorio sobre morfología e identificación de insectos de la Universidad Católica de Chile ([http://www.puc.cl/sw\\_educ/agronomia/insectos/](http://www.puc.cl/sw_educ/agronomia/insectos/)) .

## **6- Colecciones virtuales**

Aunque la mayoría de los laboratorios virtuales no permiten realizar más que las actividades para las que están diseñados, existe también la posibilidad de diseñar actividades experimentales utilizando las colecciones virtuales de seres vivos con las que empiezan a contar ya muchas universidades, y pueden suplir las carencias de ejemplares de seres vivos que son comunes a la mayoría de los centros de secundaria. Para actividades de observación, clasificación, etc. pueden ser útiles los herbarios virtuales, como el de la universidad de las Islas Baleares (<http://www.uib.es/depart/dba/botanica/herbari/alfabetica/index.html>), el de la universidad de Navarra ([http://www.unav.es/botanica/visus/pagina\\_3.html](http://www.unav.es/botanica/visus/pagina_3.html)) o el de la universidad de Extremadura elaborado por Rafael Tormo (<http://www.unex.es/botanica/herbarium/>); colecciones de invertebrados como la de moluscos de la página "Malakos" (<http://www.eumed.net/malakos/index.html>) o las de la galería de imágenes del "Insectarium Virtual" (<http://www.insectariumvirtual.com/galeria/index.php>); otras colecciones como la parásitos del "Atlas electrónico de parasitología" de la Universidad Federal de Río Grande do Sul (<http://www.ufrgs.br/para-site/taxono.htm>) o la colección de hongos de la Sociedad Micológica de Madrid (<http://www.socmicolmadrid.org/galeria01.html>); colecciones de imágenes microscópicas, como las del "Atlas Interactivo de Histología" de la Universidad de Oviedo que contiene una colección de fotografías histológicas de libre acceso y abierta a la colaboración (<http://www.uniovi.es/morfologia/Atlas/es/index.htm>) o incluso bancos de datos como el que ha creado la Universidad de Barcelona sobre datos de biodiversidad en Cataluña (<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>) o el banco de recursos digitales para la enseñanza de la Biología "Biodidac" que contiene fotografías, microfotografías y dibujos sobre un gran número de temas de Biología descriptiva (<http://biodidac.bio.uottawa.ca/>).

## **7- Realidad virtual**

La realidad virtual es utilizada en muchos casos para conseguir efectos de gran realismo necesarios para algunas prácticas. Así, BioROM (<http://www.biorom.uma.es/contenido/index.html>) es una excelente página creada por varias universidades españolas e iberoamericanas dedicada al estudio de la bioquímica, la biotecnología y la biología molecular. Una parte de su contenido permite el manejo de modelos moleculares tridimensionales gracias a programas como Chime, Rasmol, Protein Explorer o Jmol y contiene además una colección de ejercicios de autoevaluación y numerosos enlaces. Una idea de hacia dónde nos pueden llevar estas técnicas es el proyecto de creación de entornos virtuales para la enseñanza que se lleva a cabo por el Instituto Tecnológico de Virginia (<http://www.jwave.vt.edu/~achavali/cell/autoCADtoHTML.html>), donde se ha

diseñado, entre otros entornos, una célula en CAVE, un espacio físico de unos 9 m<sup>2</sup> limitado por pantallas en las que se proyectan las imágenes diseñadas en AutoCAD y que permiten una visión tridimensional de la célula. Los estudiantes, provistos de gafas para visión en 3D pueden pasearse por el interior del retículo endoplasmático, por ejemplo.

La escasez de recursos disponibles en español debería suponer una llamada de atención acerca del largo camino que nos queda por recorrer.

La breve recopilación de ejemplos sobre laboratorios virtuales para la enseñanza de la Biología que han reseñado Marta López García y Juan Gabriel Morcillo Ortega (Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, Nº3, 562-576 (2007)), pretende ser una muestra de las posibilidades actuales y futuras de estas tecnologías.