

# Métodos multimediales aplicados a la enseñanza de la fisiología\*

Orihuela, Daniel\*\*

## Resumen

Con la finalidad de intentar corregir las deficiencias de aprendizaje observadas en los alumnos de la materia Fisiología Humana (carrera de Bioquímica), reflejadas en actitudes pasivas e incapacidad para integrar conocimientos, se desarrolló una herramienta multimedia. El software específico diseñado por el docente permite al alumno estudiar de manera interactiva y dinámica facilitándole la comprensión de conceptos fisiológicos complejos. De acuerdo con la teoría de la codificación dual, este tipo de estudio incrementaría la intensidad y convergencia de los estímulos sensoriales y permitiría aprender naturalmente según las capacidades individuales. Una enseñanza de la fisiología animal basada en la computación estimula la participación activa del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje y constituye una eficaz herramienta complementaria de las experiencias de laboratorio con seres vivos. Se discuten las premisas que deben cumplirse para que estas herramientas multimediales puedan ser utilizadas exitosamente por el docente.

## Introducción

La fisiología animal es una ciencia eminentemente experimental y tradicionalmente su enseñanza ha incluido, como parte fundamental de la estrategia docente, trabajo de laboratorio en el que los animales de experimentación, en especial los roedores (ratas, ratones y hamsters), han desempeñado un papel destacado ya que constituyen excelentes modelos de los sistemas fisiológicos humanos. Sin embargo, debido a lo oneroso que resulta el mantenimiento de bioterios de animales destinados a la docencia y a la creciente presión, tanto de parte de organismos gubernamentales como de organizaciones defensoras de

\* Parte de este trabajo fue presentada como exposición audiovisual en el III Congreso Internacional de (Tele)Informática Educativa, Universidad Tecnológica Nacional, Santa Fe, 14 al 17 de abril de 1999.

\*\* Doctor en Ciencias Biológicas, Cátedra de Fisiología Humana, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo, 3000 Santa Fe, Argentina. e-mail: orihuela@fcb.unl.edu.ar

los derechos de los animales (especialmente en los países desarrollados) para limitar su uso, se ha enfatizado la tendencia a reemplazar los animales de experimentación, al menos en algunos aspectos, por modelos matemático-computacionales de los sistemas vivientes.

La evolución de las computadoras personales ha hecho posible que estos programas, originalmente desarrollados para grandes sistemas, estén ahora accesibles a un público mucho más amplio y no necesariamente experto. En la actualidad existe una abundante oferta de paquetes comerciales de simulación fisiológica, disponibles sobre todo en CD-ROM, especialmente de los sistemas nervioso, muscular, respiratorio, circulatorio y renal, aunque su costo resulta a menudo elevado. Si bien la mayoría de estos programas es estructurada y permite sólo en forma limitada el diseño de experimentos propios, dentro de esta categoría de software se destaca por su calidad y prestaciones *Physiology Lab* de la empresa SimBioSysâ.

Una variante a esta opción consiste en desarrollar aplicaciones específicas por parte del docente que servirán como soporte del material didáctico clásico del curso (guías de estudio, guías de trabajos prácticos) no para reemplazarlo, sino más bien para complementarlo.

### Fundamentos teóricos del uso de la multimedia en pedagogía

Se puede definir el término multimedia como la combinación de textos, gráficos, animaciones, video y audio en un único ambiente que es la computadora.

Los primeros resultados de la aplicación de medios digitales en el ámbito educativo (en la década de 1960) fueron desfavorables porque lo único que brindaban era información digitalizada que conservaba la linealidad y la secuencialidad del texto impreso.

En la actualidad, el uso de las nuevas tecnologías informáticas en pedagogía permite incorporar más información reduciendo sustancialmente el tiempo de aprendizaje, en comparación con los medios tradicionales como la clase teórica o la lectura secuencial de textos. La razón de esta mejora es el paralelismo existente entre la estructura hipermedial y la forma natural asociativa con que las personas aprenden (teoría del procesamiento de la información).

Se acepta, en general, que una persona normal recuerda el 10 % de lo que lee, el 20 % de lo que escucha, el 30 % de lo que ve, el 50 % de lo que escucha y ve y el 75 % de lo que ve, escucha y hace. La teoría de la codificación dual postula que la información es procesada por el cerebro humano a través de uno de dos canales independientes. Un canal procesaría la información verbal como el texto y el audio, y el otro las imágenes no verbales como las ilustraciones y

sonidos ambientales. Diversos estudios han comprobado que el aprendizaje se incrementa cuando la información es procesada simultáneamente por ambos canales. Se observó que los estudiantes que escuchaban la descripción verbal mientras veían la animación que ilustraba un proceso tenían un desempeño mayor respecto de aquellos que sólo veían la animación o escuchaban la descripción verbal. El procesamiento dual produce un efecto aditivo porque el estudiante crea más caminos cognitivos que luego pueden ser seguidos para recuperar esa información.

### Aplicación a la enseñanza de la fisiología

Fisiología humana es una materia de integración que necesita conocimientos provenientes de otras disciplinas conexas. Se caracteriza por poseer un gran volumen de información que está en constante crecimiento debido a los permanentes avances científicos llevados a cabo en las distintas áreas que la componen. Estas características hacen que la materia se preste perfectamente para el uso de herramientas multimediales.

Hemos comprobado a lo largo de los años, al ejercer la tarea docente, que los alumnos, de manera reiterada, presentan dificultades en el aprendizaje y la comprensión de contenidos complejos, así como una falta de persistencia de lo que han aprendido. En general, las deficiencias más notables son que asumen una actitud pasiva, se limitan únicamente a recibir la información suministrada por el docente y poseen una cierta incapacidad para integrar los conocimientos. Esto podría deberse a que han recibido una excesiva cantidad de información inconexa, a que carecen de imágenes de apoyo para poder comprender y fijar los contenidos abstractos, o a que acceden a una información dispersa que los obliga a buscar en fuentes diversas.

Estas evidencias nos motivaron a desarrollar (en la medida de los conocimientos y del tiempo disponible) nuevas herramientas basadas en la computación con el fin de intentar subsanar las deficiencias antes mencionadas.

Las ideas directrices que nos guiaron en este proceso fueron facilitar la integración de los contenidos, favorecer la incorporación a la estructura cognitiva previa y estimular la evocación y aplicación del conocimiento adquirido.

Existen diversas experiencias en otros países acerca de la implementación de cursos universitarios de fisiología basados en la computación que han resultado muy exitosos desde el punto de vista de los resultados pedagógicos obtenidos.

El presente trabajo reseña y analiza críticamente la experiencia en el uso de diversos recursos informáticos durante el dictado del curso de grado universitario Fisiología Humana, correspondiente a la materia del plan de estudios de la

carrera de Bioquímica, cuya parte práctica se basa principalmente en la utilización de animales de experimentación (roedores).

## Metodología

Se diseñó un software específico en el que cada tema principal está organizado en cuadernos, con una *introducción* donde se presenta el tema con textos, imágenes propias, figuras y animaciones. En la figura 1 se muestra el aspecto general de la interface del programa. Una hoja de *entrada de datos experimentales*, obtenidos generalmente de experimentos con animales, para ser analizados, procesados matemáticamente –según el modelo que corresponda en cada caso– y graficados. Una *autoevaluación* con preguntas del tipo opciones múltiples y frases para completar sirve para comprobar el grado de comprensión del tema presentado. La figura 2 muestra la pantalla de un cuaderno de evaluación. El programa es altamente interactivo y navegable; en todo momento se puede obtener una copia impresa del contenido que se desee, así como copiarlo y pegarlo en cualquier otra aplicación. Los temas se seleccionan a partir de un menú principal. La lista disponible de temas de fisiología desarrollados actualmente en el programa se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Temas de fisiología desarrollados en la aplicación multimedia

<b>Tema principal:</b>	<b>Contenido específico:</b>
Fisiología digestiva	Absorción intestinal de glucosa Estudio de la secreción gástrica Est. de la función hepática: depuración de bromosulfotaleína
Fisiología muscular	Contracción muscular: músculo esquelético, cardíaco y liso
Endocrinología	Est. funcional de la glándula tiroides con iodo radioactivo
Fisiología renal	Depuración renal de insulina
Regulación de la glucemia	Test de sobrecarga intravenosa de glucosa
Compartimentos líquidos	Medición de la volemia y del volumen extracelular

El programa puede ser utilizado por los alumnos durante los horarios de clase en la computadora de la cátedra o a través del correo electrónico.

Otro aspecto novedoso y sumamente importante es el uso de los recursos disponibles en *Internet* relacionados con fisiología: búsquedas bibliográficas en bases de datos sobre temas de ciencias biológicas y médicas, sitios *web* de publicaciones científicas especializadas en fisiología, acceso a servidores de universidades nacionales y extranjeras. Este acceso puede realizarse en la cáte-

dra o bien en forma individual por los alumnos en las terminales de uso público de esta red, con las indicaciones y el asesoramiento del docente.

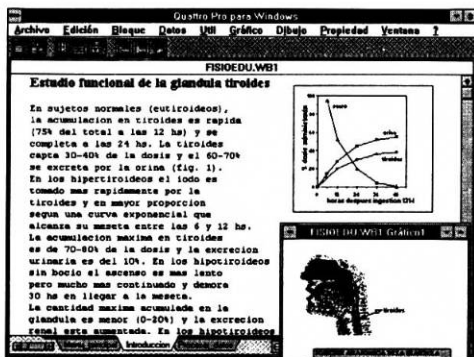
En la tabla 2 se muestran los resultados de un relevamiento de los recursos de *Internet* respecto de los ítems relacionados con la enseñanza de la fisiología que, aunque no pretende ser abarcador, resulta muy significativo por su contenido.

Desde varias partes del programa se puede acceder a estos sitios mediante los correspondientes *links*.

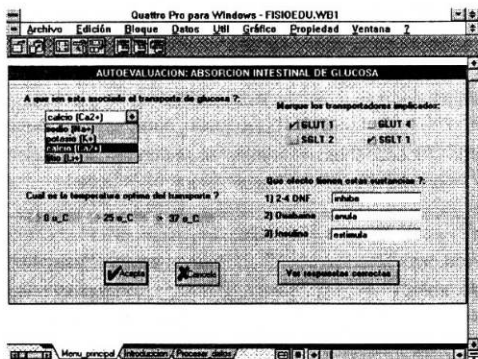
**Tabla 2.** Lista de sitios de Internet relacionados con temas de Fisiología humana y animal, y breve descripción de los servicios ofrecidos.

Dirección URL:	Contenidos:
<a href="http://www.the-aps.org">http://www.the-aps.org</a>	Página <i>web</i> de la Sociedad Americana de Fisiología, con acceso a diversos sitios con textos, imágenes e informaciones útiles
<a href="http://www.faseb.org/aps">http://www.faseb.org/aps</a>	
<a href="http://physiology.tamu.edu">http://physiology.tamu.edu</a>	Cursos y clases de fisiología <i>on-line</i>
<a href="http://yoda.ucc.uconn.edu/VirtualClass">http://yoda.ucc.uconn.edu/VirtualClass</a>	Cursos y clases de fisiología <i>on-line</i>
<a href="http://seidel.ncsa.uiuc.edu/Phys150">http://seidel.ncsa.uiuc.edu/Phys150</a>	Cursos y clases de fisiología <i>on-line</i>
<a href="http://highwire.stanford.edu">http://highwire.stanford.edu</a>	HighWire: Base de datos de bibliografía científica
<a href="http://www.clunet.edu/BioDev/omm/">http://www.clunet.edu/BioDev/omm/</a>	Museo macromolecular: Base de datos de estructuras de proteínas

**Figura 1.** Ejemplo de una pantalla correspondiente a la introducción de un tema de fisiología que muestra la interface general de la aplicación diseñada por el docente.



**Figura 2.** Evaluación interactiva de un tema de fisiología animal experimental dentro de la aplicación específica elaborada por el docente.



## Discusión y conclusiones

En nuestra cátedra existió siempre la inquietud de buscar nuevas estrategias docentes para mejorar la eficacia de la enseñanza de la fisiología.

La experiencia acumulada en la utilización de estos recursos informáticos con fines pedagógicos, aunque de manera discontinua, indica que hubo una muy buena respuesta por parte de los alumnos, los cuales sienten una motivación adicional por el hecho de ver en imágenes los procesos tisulares, celulares o aun moleculares. Esto les resulta a menudo fascinante y les facilita la comprensión y la fijación de los conceptos fisiológicos; estimula al alumno a adoptar un papel activo en su proceso de aprendizaje de las ciencias fisiológicas.

De acuerdo con la codificación dual, los programas multimedia incrementarían la intensidad y convergencia de los estímulos sensoriales. Los alumnos pueden entonces aprender de manera interactiva y dinámica de acuerdo con sus capacidades individuales, en relación con el tiempo de que dispongan y la velocidad de adquisición de la información que les resulte más conveniente.

Sin embargo, para poder hacer un uso correcto y racional de estos elementos y adecuarlos a las modalidades de enseñanza de nuestro entorno, es imprescindible una capacitación por parte del docente en el manejo de algún lenguaje computacional (e.g hipertexto), así como un buen entrenamiento en el uso del software comercial disponible que le permita desarrollar aplicaciones específi-

mas. Esta premisa requiere la intervención de profesionales capacitados en cada área involucrada, como programadores, analista de sistemas, expertos en pedagogía universitaria y docentes de fisiología, para adecuar los contenidos que se quieren transmitir constituyendo una verdadera tarea interdisciplinaria. A este respecto se está trabajando para incluir mejoras al software, como animaciones gráficas de procesos fisiológicos a nivel celular y tisular realizadas con distintos programas *ad hoc* con el asesoramiento de profesionales especializados en el tema de la generación de imágenes de síntesis.

Respecto del uso de los recursos de *Internet*, el principal escollo es que la información más sustanciosa y significativa sobre ciencias fisiológicas está, al menos por ahora, en idioma inglés, lo cual obliga a un buen conocimiento de este idioma. Esto se puede subsanar, en parte, recurriendo a los servicios de traducción automática de páginas *webs* de algunos buscadores.

Se recalca la necesidad de utilizar estos recursos como un complemento de las experiencias de laboratorio con seres vivos y no reemplazándolos, ya que de lo contrario se crearía una imagen demasiado irreal de los procesos biológicos.

Las líneas de acción pedagógica contenidas en el presente trabajo constituyen una propuesta concreta que tiende al mejoramiento de la calidad de la enseñanza de la fisiología. Estas propuestas permitirían la implementación de un curso de grado de fisiología experimental en la carrera de bioquímica basado en la computación como herramienta didáctica.

Se concluye que si bien esta biología virtual posiblemente nunca reemplazará a los sistemas vivos concretos, constituye una excelente y eficaz herramienta en la enseñanza de una ciencia apasionante como es la fisiología animal.

## **Agradecimientos**

Se agradece al Arq. Juan Carlos Tenutta (Institut d'architecture, Université de Genève, Suiza) por el experto asesoramiento brindado en técnicas de comunicación multimediales.

## Bibliografía

- Meyer, P. (1985): *Fisiología Humana*. Salvat, Barcelona.
- Einer-Jensen, N. (1997): "Computers in laboratory practicals for physiology students" en *Abstracts of IUPS Teaching Workshop*, Repino, Russia, July 5-10.
- Richardson, D. (1997): "Student perceptions and learning outcomes of computer-assisted versus traditional instruction in physiology" en *Am. J. Physiol.* 273 (*Adv.Physiol.Educ.* 18), S55-S58.
- Di Girolamo, G. (2001): "Development of an interactive hypermedia CD-ROM" en *Pharmacol Inter* 56, pp. 6-7.
- Davis, M. J.; Wythe, J.; Rozum, J. S. and Gore, R.W. (1997): "Use of World Wide Web server and browser software to support a first-year medical physiology course" en *Am. J. Physiol.* 272 (*Adv.Physiol.Educ.* 17), S1-S14.
- Dwyer, T. M.; Fleming, J.; Randall, J. E. and Coleman, T.G. (1997): "Teaching physiology and the world wide web: electrochemistry and electrophysiology on the Internet" *Am. J. Physiol.* 273 (*Adv.Physiol.Educ.* 18), S2-S13.
- Ganong, W. F. (1994): *Fisiología Médica*. 17ª edición. Manual Moderno, México.
- Berne, R. M. y Levy, M. N. (1998): *Physiology*, fourth edition, Mosby Inc., St.Louis, USA.
- Mahieu, S.; Orihuela, D.; Millen, M.; Gonzalez, M. y Contini, M. del C. (1999): "Trece años de talleres con desarrollo de trabajos prácticos no estructurados" en *FABICIB*, Nro. 3, pp. 123-130.