

## DESARROLLO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FOTOSÍNTESIS

### Autores

Marcela Daniele – Sandra E. Angeli – Daniela B. Solivellas – Gladys Mori – Cecilia Greco – Daniel Romero - Mauricio Pautasso - Edgardo Jofre - Sonia Fischer

Universidad Nacional de Río Cuarto  
Facultad Cs. Exactas, Fco-Qcas y Naturales  
Te: (0358) 4676226/235. Fax: (0358) 4676530  
[marcela@dc.exa.unrc.edu.ar](mailto:marcela@dc.exa.unrc.edu.ar)

### Resumen

Este proyecto parte del desafío de pensar nuevas formas de acceso al conocimiento, y consolidar el uso de la informática en propuestas que planteen distintas concepciones sobre la enseñanza y sobre el rol del docente y el alumno en el contexto áulico. Las ciencias biológicas han progresado rápidamente, y este enorme crecimiento, junto con los cambios producidos, constituyen un reto para los docentes, que deben orientar la construcción de los conocimientos esenciales. Se trata de enriquecer el pensamiento del estudiante y de cultivar en él habilidades y aptitudes para descubrir y usar los conocimientos biológicos, que son clásicamente difíciles para el alumnado por su nivel de abstracción. Es así como surge la idea de crear un “software educativo” como herramienta auxiliar para facilitar la comprensión de estos temas, de manera amena, a través de distintas actividades que incluyan simulaciones, animaciones, preguntas y ejercicios. En particular se trabajará en el tema “Transferencia de energía en los seres vivos”, abordado en los primeros años de las carreras universitarias que incluyen la enseñanza de las ciencias biológicas. La utilización de elementos tecnológicos hará posible que nuevas estrategias didácticas enriquezcan los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

### Introducción

La docencia *tradicional* implica “dar clase”, preocupándose principalmente en el desarrollo de los contenidos del programa, utilizando un lenguaje apropiado para lograr el entendimiento del tema por parte de los alumnos. Si bien no siempre son clases totalmente expositivas, se llega, en definitiva, a una *transmisión* de los conocimientos.

En este marco, comprendemos que el aprendizaje es un proceso que se construye en forma activa. En este proceso están implicados recíprocamente un sujeto que conoce, un contenido a aprender y la intervención o andamiaje de agentes mediadores. Estos agentes son personas en el caso del docente y los compañeros de aula, y las tecnologías de representación y comunicación, como la computadora y sus distintas aplicaciones de software y hardware. Pensando al aula como un espacio social, es relevante señalar algunos aspectos relacionados con la comunicación educativa. En este sentido las nuevas corrientes pedagógicas proponen reemplazar la comunicación vertical emisor-docente/receptor-alumno, por alternativas en las cuales la información circule de receptores a emisores y viceversa y entre receptores. Esto mejoraría el proceso de comunicación educativa permitiendo una mayor participación y retroalimentación por parte del alumno (Creel,1991).

Las **ciencias biológicas** han progresado rápidamente, y este enorme crecimiento, junto con los cambios producidos, constituyen un reto para los docentes, que deben proporcionar los conocimientos esenciales, y anexar los descubrimientos, sin transformar una asignatura en un agobio. Es necesario reconsiderar lo que es esencial y el modo más perfecto de presentarlo para su comprensión. Se trata de enriquecer el pensamiento del estudiante y de cultivar en él habilidades y aptitudes para descubrir y usar los conocimientos biológicos. Perkins (1995) habla de un *aprendizaje reflexivo*, en donde predomine el pensamiento y no sólo la memoria. *El aprendizaje es una consecuencia del pensamiento*. Sólo es posible retener, comprender y usar activamente el

conocimiento mediante experiencias de aprendizaje en las que los alumnos reflexionan sobre lo que están aprendiendo y con lo que están aprendiendo (Perkins, 1995).

La guía docente debe ser tal que permita al estudiante construir los conocimientos en forma de red, relacionándolos sin dejar conceptos aislados, creando cada alumno su propia imagen integradora. Y aquí tocamos un tema de importancia en el estudio de la Biología: es imprescindible la formación de imágenes mentales, fundamentalmente en temas abstractos como los del mundo microscópico. La experiencia ha demostrado que cuando el alumno "no ve" ciertos conceptos, no logra interiorizarlos, y es por ello necesario "hacerlos concretos" de alguna manera.

Debemos reflexionar sobre las implicancias de la incorporación de la tecnología informática en el ámbito educativo. En este sentido, y coincidiendo con Sánchez Ilabaca (1992), creemos que "la educación en general necesita de un cambio. Un cambio educativo, reciclaje, renovación, repensamiento, rejuvenecimiento, reencantamiento o bien, metamorfosis. La educación de fines del siglo XX es una educación que carece de respuestas coherentes y constructivas a la demanda por poner al día los conocimientos, por adaptación, aceptación y participación activa al continuo cambio".

Un **software educativo** es todo programa para computadora que se desarrolla con la finalidad específica de ser utilizado como recurso didáctico en procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Los primeros intentos de desarrollo de software educativo se sitúan al final de la década del 60 con la aparición de los sistemas de instrucción programada, pero el verdadero auge se dio en la década del 80. En primera instancia con la producción de lenguajes para el aprendizaje, luego con el desarrollo de herramientas de autor para la producción de software educativo y ya más específicamente con la elaboración de programas tutoriales, de ejercitación y práctica, de cálculo, y de simulación.

Desde sus inicios y a través de los años se han ido incrementando las entidades encargadas del desarrollo de software educativo. En algunos casos, han sido editoriales de libros reconocidos las que han producido software de este tipo y en este último tiempo han ido surgiendo editoriales especializadas en el desarrollo de este tipo de productos. En la actualidad es posible encontrar en la Web, gran variedad de software educativo desarrollados por aficionados con algunos conocimientos en el área, siendo esta una producción menos profesional.

En cuanto al proceso de desarrollo de software educativo en si mismo, se ha realizado de manera desorganizada y poco documentada, por lo que la bibliografía en relación a la temática no es mucha y por lo general se reduce al relato de experiencias aisladas. Coincidiendo con Cataldi (2000), si consideramos el aumento exponencial que sufrirá el desarrollo de software educativo en los próximos años "surge la necesidad de lograr una metodología disciplinada para su desarrollo, mediante los métodos, procedimientos y herramientas, que provee la ingeniería de software para construir programas educativos de calidad."

En este sentido y "desde una perspectiva disciplinar, se asume el estado del arte del área de desarrollo de software educativo como un campo en constitución" (Paoloni, P. y Solivellas, D. 2003).

Según lo expresado por Squires y McDougall (1997) "se ha descubierto que, como consecuencia de muchas actividades emprendidas cuando se utiliza software educativo, los estudiantes pueden responsabilizarse más de su propio aprendizaje que en otros casos". A su vez, se ha observado que la utilización de estos recursos tiene implicancias en el clima de la clase y "ayuda a crear ambientes enriquecidos de aprendizaje y favorece el aprendizaje significativo". (Ruiz y Vallejo, 2004)

Self (citado en Squires, D.; A. McDougall.1997) hace aportes en relación a las funciones que puede cumplir un software educativo en una situación de enseñanza y de aprendizaje, al expresar que promueven la motivación, aportan estímulos nuevos, activan la respuesta del alumno, proporcionan información, estimulan la práctica, establecen la sucesión de aprendizajes y proporcionan recursos.

De acuerdo a los resultados del estudio realizado por Kulik y Cohen (citados en Sanchez Ilabaca, J.,1992) en torno al empleo de programas educativos en el ámbito universitario, podemos decir que el uso de software educativo favorece el desarrollo de actitudes positivas de los alumnos tanto hacia el área de conocimiento específica como hacia el uso de las computadoras.

El desarrollo y la aplicación de un software educativo se enmarca en el ámbito de la Informática Educativa, entendiéndola como “una disciplina que se encarga de estudiar las posibles maneras de aplicar, desarrollar y evaluar recursos informáticos en la práctica educativa, incluyendo conceptos teóricos y prácticos referidos a las Cs. de la Educación y a la Informática, definiendo así una zona de interrelación entre ambas” (Angeli, S. y otros, 2003).

En este trabajo proponemos desarrollar un Software Educativo para ser usado como herramienta auxiliar en la enseñanza de la Fotosíntesis, que por su nivel de abstracción es de difícil comprensión para el alumnado. Este software abordará el tema de manera amena, a través de distintas actividades que incluyan simulaciones, animaciones, preguntas y ejercicios.

Para el desarrollo de este proyecto, conformamos un equipo interdisciplinario que involucra a especialistas del área de las ciencias biológicas; desarrolladores de software; del área de la informática educativa; del área de la pedagogía y del área de diseño gráfico.

El presente trabajo se enmarca en un Proyecto (Mori, G y otros, 2004), presentado y aprobado en la Convocatoria TIC's, Tecnología de la Información y las Comunicaciones (Programa Convenio con el Ministerio de Educación, a través de la Secretaría de Ciencia y técnica de la Nación)

## **Objetivos del Proyecto**

### **Objetivo General**

Desarrollar un software educativo para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en las Ciencias Biológicas, particularmente en el tema “Transferencia de energía en los seres vivos”.

### **Objetivos Particulares**

- Favorecer la interacción entre docentes de diferentes áreas de conocimiento, en particular, de la Informática, de las Ciencias Biológicas y del área Pedagógico-Didáctica.
- Analizar las herramientas y estrategias tradicionalmente utilizadas para la enseñanza y el aprendizaje de la temática propuesta.
- Desarrollar y evaluar la incorporación de estrategias alternativas para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Biológicas en la educación media y superior.
- Promover el uso de herramientas informáticas para la enseñanza de las Ciencias Biológicas en nuestra Universidad.
- Propiciar situaciones de aprendizaje significativo en torno a temas de difícil comprensión en las Ciencias Biológicas.
- Analizar el impacto del uso de la metodología de desarrollo de software Proceso Unificado y el lenguaje de modelado UML, en el desarrollo de software educativo.
- Investigar y seleccionar herramientas de software de libre distribución apropiadas para desarrollar un software educativo.
- Favorecer la formación de recursos humanos en el área de Informática Educativa.

## **Desarrollo de la Propuesta**

Para el logro de este proyecto hemos definido y planificado una estructura de trabajo que favorezca la integración interdisciplinaria entre los miembros del proyecto. Para ello, nos reunimos semanalmente y trabajamos, en primera instancia, la definición del problema, donde los expertos en contenido deben comunicar al resto del equipo la metodología que actualmente utilizan para enseñar en el aula los contenidos del tema bajo estudio. Además, investigamos y analizamos las

asignaturas de las diferentes carreras de nuestra Universidad en la que se dicta el tema. A su vez, los especialistas en Informática Educativa deben asesorar al resto del equipo en cuanto a las características generales de un software educativo como así también las potencialidades y limitaciones de su uso en el aula.

Paralelamente, los especialistas del área de ingeniería de software seleccionan la metodología para el desarrollo del software educativo, llamada el *Proceso Unificado* (Rational Unified Process, 2003), (Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson. 1999), que permite realizar un desarrollo orientado y controlado hacia un software de calidad. Además, dado que es muy importante documentar todas las decisiones tomadas en cada una de las etapas del desarrollo del software, se utiliza un lenguaje de modelado denominado UML (Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson. 1999), que permite lograr un entendimiento más preciso entre todos los integrantes del proyecto, acompañado de descripciones en lenguaje natural cuando fuere necesario.

La metodología elegida para desarrollar el software sugiere una serie de etapas que deben ser iterativa e incrementalmente completadas hasta lograr el producto final.

Basados en la metodología seleccionada, y luego de que el tema es comprendido por todos, se procede a definir y estudiar las funcionalidades que deberá contener el software educativo para favorecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje del tema fotosíntesis. A partir de aquí el equipo de trabajo divide tareas de acuerdo al área de su incumbencia y avanza en el proyecto de manera integral, es decir, coordinando las tareas en subgrupos de trabajo de acuerdo a las mismas. Por ejemplo, para la construcción de los prototipos de las interfaces del software, se reúnen el diseñador gráfico junto con los especialistas en Informática Educativa. Para refinar las funcionalidades del software, trabajan en conjunto los expertos en contenido, en informática educativa y los ingenieros de software, contando a su vez con asesoramiento pedagógico, todo ello a los fines de lograr una adecuada selección y organización de contenidos, un buen nivel de interacción y un diseño amigable.

Una vez que los requerimientos son comprendidos por todo el grupo, éstos serán refinados y estructurados de manera que faciliten su mantenimiento y ayuden a estructurar todo el sistema. Se deben documentar los requerimientos de manera que todo el grupo de proyecto los entienda.

Además, se determinan los requerimientos no funcionales, tales como el lenguaje de programación, manejadores de base de datos, Sistema Operativo, componentes de reuso, distribución y concurrencia, tecnologías de interface-usuario. Uno de los criterios de selección de las herramientas que se usan para la implementación es que sean de libre distribución.

Para realizar las pruebas del producto, se selecciona un grupo de personas, algunas del equipo de trabajo y otras externas al proyecto, para realizar las pruebas necesarias al sistema, para asegurar que está correctamente diseñado e implementado, y que responde al propósito con el que se lo concibió. Para su aplicación definimos un Plan de Prueba, el que describe estrategias, recursos y planificación de la prueba, el tipo de pruebas y sus objetivos, el nivel de cobertura y el porcentaje que debería obtenerse con un resultado específico. Se definen los casos de prueba que especifican qué probar en el sistema y los procedimientos de prueba.

## **Equipo de Trabajo**

Especialista en Contenidos: **Gladys Mori, Cecilia Greco, Edgardo Jofre, Sonia Fischer**

Área de Informática Educativa: **Daniela Solivellas, Sandra Angeli**

Asesora Pedagógica: **Azucena Alija**

Diseñador Gráfico: **Nelson Nusbaum**

Ingenieros de Software y Programadores: **Marcela Daniele, Daniel Romero, Mauricio Pautaos**

## Conclusiones y Trabajo Futuro

En función de lo realizado hasta el momento podemos decir que si bien el trabajo en equipos interdisciplinarios es complejo, resulta de mucha riqueza para este tipo de proyectos.

En cuanto al nivel de desarrollo alcanzado, se ha avanzado en definición del problema y en la identificación de algunos requerimientos, a la vez que se ha construido un prototipo como fruto del estudio de las herramientas informáticas a utilizar. Considerando que la ejecución de este proyecto se inició en agosto de 2004, se prevé completar una primera versión del software educativo para fines del 2005.

Este proyecto es de particular interés para docentes que abordan el tema “Fotosíntesis” en su asignatura, pero la perspectiva futura es extender el desarrollo de software educativo para otros temas básicos de difícil comprensión por el alumnado en el ámbito de las Ciencias.

## Bibliografía

- Angeli, S.; D. Solivellas; E. Cerdá; A. Moyetta; G. Schwartz; J. Guazzone; A. Ferreira. (2003) Proyecto de Investigación: Modelos de aplicación de la Informática en los centros educativos. UNRC
- Cataldi, Z. (2000). Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. tesis de Magíster en Informática. Facultad de Informática. UNLP.
- Coll, C. (1990). Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. Buenos Aires. Paidós.
- Creel, C. (1991). El salón de clases desde el punto de vista de la comunicación. Revista Perfiles Educativos . pp 36-46. CISE-UNAM. México
- Galloso, M; N. Vallejo. (2004) TIC en el aula: software educativos. N3M Formación y Multimedia. Sevilla. España
- Gibaja, R. (1982). Aprendizaje e instrucción. Desarrollos actuales de la psicología educacional. Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto, 2 (2): 165-196.
- Giroux, H. En: Castellis, M., Flecha, R., Freire, P, Giroux, H, Macedo, D., Willis, P. (1994).”Nuevas perspectivas críticas en Educación”. Paidós, Ecuador.
- Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson. (1999). “The Unified Modeling Language”. Addison Wesley.
- Ivar Jacobson, Grady Booch, James Rumbaugh. (1999). “The Unified Software Development Process”. Addison Wesley.
- Mori G., C. Greco, D. Solivellas, M. Daniele, S. Angeli, D. Romero, S. Fischer, E. Jofre, A. Alija, N. Nusbaum. (2004). Desarrollo de un Software Educativo para Facilitar la Comprensión de Temas Básicos Relevantes de las Ciencias Biológicas. Proyecto Aprobado por Secretaría de Ciencia y Técnica. Universidad Nacional de Río Cuarto. Nº Res. 396/04 (15/06/2004)
- Mori, G. y Grosso, M. (1998). “El alumno y el docente universitarios del fin del milenio”. Trabajo final de la Especialización en Docencia Universitaria.
- Paoloni, P.; D. Solivellas. (2003) Taller de construcción de software educativo: una propuesta de Innovación. Serie Cuadernos Virtuales. CD Número 1. Reflexiones y propuestas sobre la educación superior actual. Secretaría Académica de la Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Perkins, D. (1995). “La escuela inteligente”. Barcelona. Gedisa.
- Purves, W., Sadava, D., Orians, G., Heller, C. (2001). Vida, La ciencia de la Biología. Sexta edición. Editorial Médica panamericana.
- Rational Unified Process (2003) <http://www.rational.com/rup/>
- Sanchez Ilabaca, J. (1992). Informática educativa. Editorial Universitaria. Chile.
- Solomon, E., Berg, L., Martin, D., Vilee, C. (1998). “Biología de Ville”. Cuarta edición. McGraw-Hill Interamericana.
- Squires, D.; A. McDougall. (1997) Cómo elegir y utilizar software educativo. Ediciones Morata. España.