

## LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA CIRCULATORIO HUMANO EN DOS CONTEXTOS DE UTILIZACIÓN DE SIMULACIONES: RESULTADOS PRELIMINARES.

Aguilar, A.<sup>1</sup>; Raviolo, A.<sup>1-2</sup>; Ramírez, P.<sup>1</sup>; Lopez, E.<sup>1</sup>

(1)Universidad Nacional del Comahue, (2) Universidad Nacional de Río Negro  
[alfonso.aguilar@crub.uncoma.edu.ar](mailto:alfonso.aguilar@crub.uncoma.edu.ar) - [alfonso.a@live.com](mailto:alfonso.a@live.com)

### Resumen

Las TICs son recursos culturales que, con un encuadre pedagógico adecuado, pueden constituir herramientas cognitivas que promuevan el aprendizaje significativo. Varias investigaciones han relacionado la enseñanza del Sistema Circulatorio con la utilización de recursos audiovisuales, mediante diferentes estrategias de utilización de los mismos. Se presenta una experiencia que analiza las relaciones entre distintas propuestas de enseñanza y las actitudes de alumnos de nivel medio hacia la Biología y hacia el uso de la computadora en las tareas escolares.

Se realizaron observaciones de clase, entrevistas y registros con profesores. Se suministraron a los alumnos, un Test Conceptual Final y un Test de Actitudes. Los resultados de éste último se desarrollan en el presente trabajo.

Los resultados parciales muestran que existe relación entre el contexto de enseñanza y las motivaciones y compromiso que generan en los alumnos. Estas conclusiones son preliminares; falta contrastar los resultados con observaciones de clases y test conceptuales.

**Palabras clave:** Sistema Circulatorio Humano; TICs; animaciones y simulaciones; aprendizaje significativo.

### 1. Introducción

#### *1.1 Las TICs en la Educación*

La relevancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la enseñanza y, en particular, su uso creciente en la enseñanza de las ciencias son aspectos destacados por instituciones y expertos dedicados a la educación. García y Ortega (2007) alertan que, en la actualidad, la incorporación efectiva de estas tecnologías a la práctica docente habitual está lejos de ser una realidad. Los principales obstáculos percibidos por los profesores son la escasez de recursos, la falta de formación del profesorado, la falta de tiempo y motivación y la carencia de materiales y modelos curriculares. En este sentido, Talanquer (2009) sostiene que los docentes deberían contar con oportunidades para repensar y recrear el contenido y las habilidades que enseñan haciendo uso de esas nuevas herramientas.

Las TICs son recursos de nuestra cultura que, con un encuadre pedagógico adecuado, pueden constituir herramientas cognitivas que promuevan el aprendizaje significativo de los alumnos, que demanden la reflexión y la exteriorización de sus concepciones. Contribuyen al aprendizaje ya que posibilitan que los alumnos construyan conceptos a través de su

experiencia, ofreciendo un ambiente de exploración que permite la elaboración y validación de hipótesis (Thomas y Schurr, 1998).

### ***1.2 Las simulaciones y animaciones en la enseñanza***

Las simulaciones de computadora son programas que permiten poner en funcionamiento un modelo de un proceso o fenómeno del mundo natural y dan al usuario distintos grados de intervención. Ofrecen una visualización dinámica de los fenómenos en dos o en tres dimensiones, permitiendo la integración de distintos niveles de representación como el nanoscópico, el simbólico y el macroscópico. Sin bien se suelen usar como sinónimos, mientras las simulaciones hacen foco en aspectos cuantitativos, las animaciones se centran en aspectos cualitativos. En el ámbito científico, se utilizan técnicas de simulación para manipular modelos con el objetivo de incrementar la comprensión de sistemas complejos (Hofstein y Luneta, 1980).

En la enseñanza de las ciencias, las simulaciones y las animaciones computacionales son particularmente útiles cuando debido a la naturaleza del fenómeno o por razones de seguridad, tiempo, económicas o administrativas, los estudiantes no pueden actuar directamente sobre el material estudiado. Por ejemplo, en Biología, las simulaciones sobre el funcionamiento del aparato circulatorio, la síntesis de proteínas, la difusión de gases a través de una membrana, el origen de la vida, la dinámica poblacional, etc.

Actualmente, uno de los objetivos de la educación es la alfabetización científico-visual (Perales, 2006). Las visualizaciones a las que se acceden a través de simulaciones y animaciones, de fenómenos y estructuras no observables directamente, promueven la comprensión y el aprendizaje significativo de conceptos abstractos (Chiu y Wu, 2009).

No caben dudas de que las simulaciones en la clase de ciencias motivan a los alumnos y dinamizan las clases. Sin embargo, el desafío más importante es superar su uso anecdótico y generar actividades que fomenten aprendizajes conceptuales. En este sentido, pueden ayudar especialmente en la integración de los aspectos teóricos y prácticos, brindando una discusión teórica y modelada de situaciones problemas y una explicación a experimentos realizados en laboratorio. No deberían reemplazar al trabajo experimental en ciencias, sino más bien ampliarlo y complementarlo con otras experiencias activas con ideas y problemas científicos.

Las simulaciones tienen un gran potencial a nivel educativo y por ello resultan de gran interés las investigaciones que indaguen las condiciones óptimas en que debe desarrollarse una enseñanza apoyada en ellas (García y Gil, 2006).

### ***1.3 Las simulaciones y animaciones en la enseñanza del Sistema Circulatorio***

El sistema circulatorio es una temática compleja de abordar, por el nivel de abstracción de algunos de sus aspectos y por compleja interacción con otros sistemas de órganos. Se trata de un complejo sistema interactivo que comprende desde el corazón o los vasos sanguíneos visibles a través de la piel, a las células y los capilares, más pequeños que el rango visual humano (Buckley, 2000). Los estudiantes no siempre tienen la posibilidad de observar, de una forma integrada, el funcionamiento del sistema circulatorio y de entender como éste interacciona con otros sistemas del cuerpo (Hoover y Peláez, 2008). Por este motivo, recurrir a recursos audiovisuales puede ser una herramienta útil para que los alumnos

puedan comprender dicho sistema. Sin embargo, la utilización de estos recursos sin un análisis previo, puede ser muchas veces contraproducente. En este sentido, Franzolin et al. (2006), advierten que deben ser los docentes quienes complementen las deficiencias de los diferentes materiales didácticos.

Existen un gran número de recursos audiovisuales, disponibles en Internet, que pueden ayudar a los docentes durante el desarrollo y el abordaje de ciertas temáticas en el aula. Varias son las investigaciones que han relacionado la enseñanza del Sistema Circulatorio con la utilización de recursos audiovisuales, mediante diferentes estrategias de utilización de los mismos. De Costa (2003), por ejemplo, utiliza un simulador en sus prácticas de Fisiopatología Humana, en la Universidad de Murcia, a partir del cual, los alumnos, ayudados con una guía de preguntas y cuadros, analizan el simulador y los resultados que el mismo le arroja. Una estrategia muy similar y en la misma línea de trabajo con estudiantes universitarios es la que desarrollan Coleman y colaboradores (1994).

Por otro lado, Hoover y Peláez (2008) analizan el aprendizaje y la percepción de los estudiantes de nivel medio sobre su propio aprendizaje, al utilizar comparativamente estrategias basadas en recursos audiovisuales y estrategias basadas en la observación en microscopio. Del mismo modo, Buckley (2000) analiza cuál es la naturaleza y el alcance del aprendizaje de los estudiantes de 15 – 16 años sobre el sistema circulatorio utilizando un recurso multimedia.

Acordando con Gil (1997) las tecnologías utilizadas en la educación podrían tener una perspectiva negativa, si se trabaja sin un enfoque pedagógico adecuado y sin un software educativo de calidad. Es decir, los recursos audiovisuales no deberían ser un fin en sí mismo, sino que deberían ser herramientas que cobren relevancia a través de una propuesta educativa planificada. Desde estos fundamentos y líneas de investigación, se presenta a continuación la experiencia llevada a cabo en la cual se analizan las relaciones entre distintas propuestas de enseñanza y las actitudes de los alumnos de nivel medio hacia la Biología y hacia la computadora. El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre la enseñanza del Sistema Circulatorio Humano, bajo dos contextos de utilización de recursos audiovisuales. Se presentan a continuación los resultados preliminares del estudio.

## **2. Metodología**

### ***2.1 Los recursos audiovisuales***

Para la realización de esta investigación se analizaron diferentes libros de nivel medio y diseños curriculares provinciales, con el fin de determinar los principales temas a abordar en relación al Sistema Circulatorio Humano. A partir de allí se buscaron recursos audiovisuales en Internet que: (a) fueran de fácil acceso y de descarga gratuita, y, (b) fueran autoexplicativos, a través de audios, rótulos, etc.

Algunos de los recursos descargados tuvieron que ser modificados o recortados con un programa de edición de fácil utilización, como ser, Windows Live Movie Maker. Otros recursos fueron realizados íntegramente con el programa Microsoft Powerpoint. Se obtuvieron de esta manera 12 archivos audiovisuales, que en su conjunto abordan: (i) las características generales del Sistema Circulatorio Humano, (ii) el recorrido de la sangre por el cuerpo, (iii) los componentes principales de la sangre y del Sistema Circulatorio, (iv) el

colesterol y su importancia, (v) el corazón, (vi) el intercambio de gases a nivel celular, (vii) la relación entre Sistema Circulatorio y Sistema Digestivo, y, (viii) la historia de la circulación sanguínea.

## ***2.2 Las propuestas de enseñanza***

Se realizaron dos propuestas de enseñanza cuyo objetivo principal era abordar la temática del Sistema Circulatorio Humano utilizando los 12 recursos audiovisuales seleccionados. Una de las propuestas consistía en la utilización de las animaciones, simulaciones y videos, como recurso complementario en la enseñanza de la temática. Para ello se realizaron reuniones previas, con los docentes que utilizarían este tipo de estrategia y se les entregó un CD con todos los recursos. La consigna que tenían estos docentes era que debían utilizar al menos una vez cada archivo, en el transcurso de toda la temática. Se les aclaró que durante sus clases tendrían a disposición una computadora, un proyector y un sistema de audio acorde, para poder hacer uso de los recursos. A esta propuesta, y sólo con el fin de ordenar los análisis de los resultados, se la denominó “Propuesta expositiva”.

La otra propuesta consistía en la utilización de las animaciones, simulaciones y videos, por parte de los alumnos, en la sala de cómputos. Para ello se diseñó una guía impresa que contenía una secuencia de actividades. Las actividades y preguntas estuvieron orientadas a enfrentar las principales concepciones alternativas sobre el Sistema Circulatorio Humano estudiadas en la bibliografía. Los alumnos, trabajando en parejas, debían ir analizando cada archivo y respondiendo a las actividades planteadas. La propuesta se llevó a cabo íntegramente en la sala de cómputos y el docente acompañaba a los alumnos cuando tenían o se percibía alguna dificultad. A esta propuesta se la denominó “Propuesta con computadoras”.

## ***2.3 Los sujetos involucrados***

En una primera instancia se buscaron docentes con diferentes características que quisieran participar en esta investigación, y que trabajaran en colegios con diferentes realidades sociales. Para seleccionar quiénes trabajarían con una u otra propuesta, se tuvieron en cuenta aquellos colegios que disponían de una sala de cómputos con más de 14 computadoras, que permitiera realizar el trabajo con dos alumnos por máquina. De esta manera, quedaron definidos:

“Propuesta expositiva”: 4 docentes, en tres colegios diferentes. Un colegio privado y dos colegios públicos, cada uno con realidades sociales diferentes. Un total de 4 cursos analizados.

“Propuesta con computadoras”: 3 docentes, en dos colegios diferentes. Un colegio privado y otro colegio público. Un total de 3 cursos analizados.

## ***2.4 Instrumento de análisis: Test de Actitudes***

Para la investigación general se realizaron observaciones de clase (registro en papel, grabación en audio, toma de fotografías), entrevistas a docentes y registros de reuniones de trabajo con profesores. Además se suministraron dos test a los alumnos, un Test Conceptual

Final y un Test de Actitudes. Este último es el instrumento que desarrollará en el presente trabajo.

El Test de Actitudes es un cuestionario tipo Likert, análogo al realizado por Gómez-Chacón (2010) para el aprendizaje de la matemática con tecnología. Presenta 24 afirmaciones, divididas en seis dimensiones de análisis:

*Confianza en Biología:* Cuando el estudiante espera tener buenos resultados en Biología, se siente bien en la asignatura, no le preocupa la dificultad de la materia porque considera que con esfuerzo logrará buenos resultados.

*Motivación en Biología:* Cuando el estudiante muestra interés por la Biología y encuentra que su aprendizaje es agradable.

*Compromiso en Biología:* Cuando manifiesta una implicación responsable con el aprendizaje de la biología.

*Confianza con la computadora:* Cuando el estudiante se siente seguro en las operaciones que realizará con la computadora, que puede manejar los procedimientos, que puede solucionar errores.

*Motivación hacia la computadora:* Cuando el estudiante muestra interés por las computadoras y encuentra el aprendizaje en ellas, es agradable. Cuando reconoce que la computadora le permite más libertad. Incluye el valor para el usuario y la expectativa de éxito.

*Interacción del estudiante con la Biología y las computadoras:* Cuando los estudiantes piensan que las computadoras mejoran su aprendizaje, proporcionándoles más ejemplos, estableciendo más relaciones.

### 3. Resultados

Se analizó la fiabilidad del instrumento, a través de su consistencia interna utilizando el coeficiente Alpha de Crombach obteniéndose un valor aceptable de  $\alpha = 0,70$ . Para el análisis de los resultados, en términos de tendencias, los mismos se agruparon en dos, teniendo por un lado los alumnos que trabajaron con la “propuesta expositiva” y por el otro los que trabajaron con la “propuesta con computadoras”. En una primera instancia se realizaron el promedio de ambos grupos, para las actitudes en total y las actitudes hacia la Biología y la computadora en particular (tabla 1). También se discriminaron los promedios de las actitudes hacia la Biología (Tabla 2), distinguiendo confianza, motivación y compromiso. Para las actitudes hacia la computadora, se distinguieron entre confianza, motivación y relación entre la biología y la computadora (tabla 3).

Grupo	Expositiva	Computadora
N	88	94
Promedio Actitudes total	3,77	3,71
Promedio Actitudes hacia Biología	3,76	3,48
Promedio Actitudes hacia Computadora	3,77	3,94

Tabla 1: Promedio de actitudes generales

Grupo	Expositiva	Computadora
N	88	94
Promedio Confianza	3,93	3,91
Promedio Motivación	3,74	3,23
Promedio Compromiso	3,67	3,37

Tabla 2: Promedio de actitudes hacia la Biología

Grupo	Expositiva	Computadora
N	88	94
Promedio Confianza	3,65	3,84
Promedio Motivación	3,72	3,98
Promedio Interacción Biología- Computadora	4,00	4,03

Tabla 3: Promedio de actitudes hacia la Computadora

También se analizaron los test t de comparación de medias para muestras independientes. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias significativas en el total de las actitudes ( $p=0,353$ ). Sin embargo, al analizar las seis dimensiones por separado se puede determinar que:

- Existen diferencias significativas a favor del grupo expositivo en las actitudes hacia la biología en general ( $p=0,000$ ), y en el compromiso ( $p=0,006$ ) y la motivación hacia la biología ( $p=0,000$ ) en particular. No se encontraron diferencias significativas en relación a la confianza hacia la biología ( $p=0,798$ )
- Si bien no existen diferencias significativas en las actitudes hacia la computadora en general ( $p=0,075$ ), si las hay en relación a la motivación hacia la computadora ( $p=0,034$ ); diferencia a favor del grupo alumnos frente a la computadora. No se registraron diferencias significativas en relación a la confianza ( $p=0,095$ ) hacia la computadora
- No se encontraron diferencias significativas en relación a la interacción de la biología con la computadora ( $p=0,76$ ).

#### 4. Conclusiones

Los alumnos del grupo expositivo mostraron interesarse por la Biología e implicarse responsablemente en su aprendizaje. Por otro lado, los alumnos del grupo de la propuesta frente a la computadora mostraron interés por la misma como recurso de aprendizaje.

Los resultados podrían estar mostrando que existe cierta relación entre el contexto de enseñanza del Sistema Circulatorio Humano y las motivaciones y compromiso que generan en los alumnos. Así, un contexto de enseñanza basado principalmente en la interacción alumno-computadora generaría cierta motivación hacia la computadora, donde los alumnos la reconocen como una herramienta importante para su aprendizaje y un elemento que les

permite cierta libertad. Por otro lado un contexto de enseñanza donde el docente enseña, explica y hace uso de los recursos, generaría en los alumnos intereses, no tanto en los recursos, sino más bien en la asignatura. Estos resultados y conclusiones tienen un carácter preliminar, dado que falta contrastar los mismos, con las observaciones de clases y los test conceptuales, a fin de determinar mayores y mejores análisis en relación a la enseñanza del Sistema Circulatorio Humano bajo diferentes contextos de utilización de simulaciones y animaciones.

## Referencias

- Chiu, M. y Wu, H. (2009) *The roles of multimedia in the teaching and learning of the triplet relationship in chemistry*. En J. K. Gilbert y D. Treagust (eds.), *Multiple representations in chemical education*, USA: Springer.
- Coleman, I., Dewhurst, D., Meehan, A. y Williams, A. (1994). A computer simulation for learning about the physiological response to exercise. *Advances in Physiology Education* 266, 2-9.
- De Costa, J. (2003). Simulación de alteraciones del sistema circulatorio. Prácticas de Fisiopatología Humana – Dpto de Fisiología – Unidad de Fisiología Animal – Facultad de Biología – Universidad de Murcia. España
- Franzolin, F., Pereira, A., Pereira, I. y Fejes, M. (2006). Algunas consideraciones sobre los aspectos pedagógicos de los software's para la enseñanza de las ciencias. *Journal of Science Education* 7 (1), 10-14.
- García, A. y Gil, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 304-322.
- García, M. y Ortega, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 6 (3), 562-576
- Buckley, B. (2000). Interactive multimedia and model-based learning in biology. *International Journal of Science Education*, 22(9), 895-935.
- Gil, S. (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física. Oportunidades y desafíos. *VI Conferencia Interamericana sobre educación en la Física*. 13-15.
- Gómez-Chacón, I. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 227-244.
- Hoftein, A. y Luneta, V. (1980) The role of the laboratory in science teaching: research implications. NARST symposium, Boston, Massachusetts.
- Hoover, M. y Pelaez, N. (2008). Blood circulation laboratory investigations with video are less investigative than instructional blood circulation laboratories with live organisms. *Advances in Physiology Education* 32, 55-60
- Perales, J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 24(1),13-30.
- Talanquer, V. (2009). De escuelas, docentes y TICs. *Educación Química*, 20(3), 345-350.
- Thomas, A. y Schurr, A. (1998). Simulations for education: the potential and reality. *Active Learning* 9, 65-66.