

---

# Modelos de simulación en salud

## Una alternativa para la docencia

**JUAN G. RESTREPO**

---

Los Modelos de Simulación por Computador son programas de aprendizaje para enseñar materias como farmacología y fisiología a los estudiantes del área de la salud y de las ciencias básicas biomédicas. Los experimentos de simulación pueden usarse como soporte para la docencia y en algunas circunstancias como alternativa en las prácticas de laboratorio. La tecnología por computador ahora disponible permite la presentación directa de modelos en movimiento y posibilita un aprendizaje menos pasivo, más eficiente e interesante.

La respuesta simulada de los tejidos se genera ya sea por resultados de experimentos actuales o por modelos predictivos y se presenta en la pantalla con gráficas de alta resolución comparables con las situaciones reales. Los estudiantes pueden realizar experimentos simulados, cambiar fácilmente sus parámetros y obtener información de igual manera que si hubieran realizado el experimento en el laboratorio.

### **PALABRAS CLAVE**

**MODELOS DE SIMULACIÓN  
PROGRAMAS DE COMPUTADOR  
REACTIVO BIOLÓGICO  
RESPUESTA SIMULADA  
MODELOS DE SIMULACIÓN EN SALUD**

---

**E**n el área de la salud muchas investigaciones y prácticas de laboratorio requieren utilizar reactivos biológicos (animales de laboratorio) o tejidos de origen animal para la mejor comprensión de diferentes materias como farmacología y fisiología; sin embargo, en muchos centros de educación superior no se dispone de la infraestructura física necesaria, los equipos adecuados y el personal debidamente capacitado para que funcione un bioterio según las normas internacionales.

La investigación, la capacitación y el aprendizaje de los estudiantes de pre y posgrado, y en consecuencia el desarrollo de las universidades, se ven afectados porque actualmente las prácticas de laboratorio que requieren el uso de reactivos biológicos presentan dificultades debido a múltiples causas como:

1. El tiempo y el costo de conseguir animales y reactivos.
2. Los estudiantes necesitan asimilar mucha información en un tiempo muy corto, lo que puede implicar dificultades en el aprendizaje.

---

**DOCTOR JUAN GONZALO RESTREPO SALAZAR**, Médico Veterinario, Especialista en Farmacología; Profesor de Farmacología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Email: jugoresa@quimbaya.udea.edu.co

3. El primer acercamiento a materias experimentales genera en algunos estudiantes miedo o rechazo al reactivo biológico por criterios culturales o éticos, lo que dificulta el aprendizaje.

4. La repetición de prácticas ante la falta de resultados esperados o el no entendimiento de las mismas.

Además, las leyes colombianas prohíben realizar experimentos con animales vivos como medio de ilustración de conferencias, para prácticas demostrativas o con el propósito de obtener destreza manual. También se prohíbe su uso cuando los resultados del experimento son conocidos con anterioridad o cuando el experimento no tiene un fin científico.

Ante esta situación es necesario buscar alternativas que ayuden a cumplir los objetivos del aprendizaje así como, también, estimular la aptitud y la actitud hacia la investigación en las ciencias y técnicas del área de la salud.

El desarrollo en los últimos años de los programas de enseñanza y aprendizaje mediante **Modelos de Simulación** por computador y el aumento de los mismos, brinda a los profesores una alternativa para la docencia que, combinada con la clase magistral, videos, talleres y revisión constante de bibliografía mejora el proceso enseñanza-aprendizaje. Estos programas se utilizan ampliamente con excelentes resultados en muchos países de la Unión Europea y en EE.UU., ya que permiten cumplir o mejorar los objetivos del aprendizaje; entre las ventajas que ofrecen cabe citar:

1. Ahorro de tiempo del personal académico, no académico y estudiantil.

2. Disminución de costos representados en tiempo del personal, reactivos químicos, equipos y consecución y mantenimiento de animales.

3. El aprendizaje se facilita y se hace más agradable.

4. Se disminuye el número de especies animales y de ejemplares utilizados.

5. Es un soporte o complemento de la docencia que mejora la calidad tutorial.

6. Se presenta una alternativa para los estudian-

tes que manifiestan temor, problemas culturales o éticos en el manejo de reactivos biológicos.

7. La preparación y ejecución de las prácticas es menos laboriosa.

8. Se flexibilizan los horarios de docentes y estudiantes.

9. Los estudiantes pueden practicar en horas diferentes a las de sus clases normales, así como diseñar experimentos, recolectar, manejar, interpretar, reportar, analizar información y solucionar problemas de igual forma que en el laboratorio.

10. Permite repetir los experimentos, lo que facilita su comprensión y asimilación.

Actualmente la Facultad de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia cuenta con 26 programas de simulación en farmacología y fisiología; éstos se usan en la práctica docente con buenos resultados y se espera que sean utilizados por todos los estudiantes de pre y posgrado y los profesores de otras dependencias como Medicina, Odontología, Enfermería, Bacteriología, Medicina Veterinaria y Ciencias Básicas Biomédicas. Igualmente, se pueden beneficiar los egresados de las mismas áreas de las diferentes universidades que participen en programas de extensión o capacitación continuada.

Contando con el respaldo de la administración central de la Universidad de Antioquia, la Facultad de Química Farmacéutica tiene como objetivos:

1. Mejorar el aprendizaje de farmacología y fisiología y hacerlo más activo, agradable, eficiente e interesante.

2. Promover y estimular el espíritu investigativo en los estudiantes de pregrado.

3. Impulsar, desarrollar o fortalecer los posgrados que tengan que ver con farmacología y fisiología.

4. Realizar cursos de extensión y capacitación continuada a los profesionales del área.

5. Disminuir el tiempo que los estudiantes, el personal académico y el no académico requieren para preparar y desarrollar sus prácticas de laboratorio.

6. Disminuir los costos representados en tiempo del personal, reactivos químicos, equipos y conse-

cucción y mantenimiento de animales.

7. Disminuir el número de especies animales y de ejemplares utilizados.

8. Desarrollar o mejorar la calidad tutorial, utilizando esta alternativa como soporte o complemento de la docencia.

9. Presentar una alternativa ante los estudiantes que manifiestan temor, problemas culturales o éticos en el manejo de reactivos biológicos.

10. Lograr que la preparación y ejecución de las prácticas sea menos laboriosa.

11. Flexibilizar los horarios, es decir, que los estudiantes puedan practicar en horas diferentes a las de sus clases normales.

Como complemento de lo anterior es conveniente tener en cuenta la ley que rige en Colombia sobre el uso de animales en los laboratorios:

#### **Ley N° 84 de 1989**

«Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales»

**Capítulo sexto:** Del uso de animales vivos en experimentación e investigación.

**Artículo 23:** Los experimentos que se lleven a cabo con animales vivos se realizarán únicamente con autorización previa del Ministerio de Salud Pública y sólo cuando tales actos sean imprescindibles para el estudio y avance de la ciencia, siempre y cuando esté demostrado:

a. Que los resultados experimentales no pueden obtenerse por otros procedimientos o alternativas.

b. Que las experiencias son necesarias para el control, prevención, diagnóstico o tratamiento de enfermedades que afectan al hombre o al animal.

c. Que los experimentos no puedan ser sustituidos por cultivos de tejidos, modelos computarizados, dibujos, películas, fotografías, videos u otros procedimientos análogos.

**Artículo 24:** El animal usado en cualquier experimento deberá ser puesto bajo los efectos de anestesia lo suficientemente fuerte para evitar que sufra dolor.

**Artículo 25:** Se prohíbe realizar experimentos con animales vivos, como medio de ilustración de conferencias en facultades de medicina, veterina-

ria, zootecnia, hospitales o laboratorios o en cualquier otro sitio dedicado al aprendizaje y con el propósito de obtener destreza manual.

También se prohíbe el uso de animales vivos en los siguientes casos expresamente:

a. Cuando los resultados del experimento son conocidos con anterioridad.

b. Cuando el experimento no tiene un fin científico.

---

### **SUMMARY COMPUTER SIMULATION MODELS FOR TEACHING AND LEARNING**

Computer programs are being used for teaching and learning of pharmacology and physiology at the University of Antioquia, in Medellín, Colombia. They should be more widely used since they offer clear advantages over traditional systems of teaching; they allow direct presentations of models in motion, as well as a more active, interesting and flexible way of learning; besides they can save time and cut costs.

---

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. DEWHURST D, HARDCASTLE J, HARDCASTLE P, STUART E. Comparison of a computer simulation program and a traditional laboratory practical class for teaching the principles of intestinal absorption. *Amer J Phys* 1994; 12: 95-104.

2. DEWHURST D, JENKINSON L. The impact of computer-based alternatives in the use of animals in undergraduate teaching: A pilot study. *Alternatives Laboratory Animals (ATLA)* 1995; 23: 521-530.

3. DEWHURST D, HUGHES I, ULLYOTT R. The Finkleman preparation: a computer simulation for teaching undergraduate students of pharmacology. *ATLA* 1994; 22: 474-480.

4. DEWHURST D, MEEHAN A. Evaluation of the use of computer simulations of experiments in teaching undergraduate students. *Brit J Pharmacol* 1993; Proc. suppl. 108, 238 p.

5. DEWHURST D, BROWN G, MEEHAN A. Microcomputer simulation of laboratory experiments of physiology. *ATLA* 1988; 15: 280-289.

6. DEWHURST D, HOWELLS C. A computer simulation of the cat nictitating membrane preparation (in vivo) for teaching undergraduate pharmacology students. *ATLA* 1990; 17: 2910-3000.

7. LILIENFIELD L, BROERING N. Computers as teachers: Learning from animations. *Amer J Phys* 1994; 11: 47-54.

8. COLEMAN I, DEWHURST D, MEEHAN A, WILLIAMS A. A computer simulation for learning about the physiological response to exercise. *Amer J Phys* 1994; 11: 2-9.

9. SAMSEL R, SCHMIDT G, HALL J, et al. Cardiovascular physiology teaching: computer simulation vs. animal demonstrations. *Amer J Phys* 1994; 11: 36-46.

10. HUGHES I. The use of computer to simulate animal preparations in the teaching of practical pharmacology. *ATLA* 1984; 11: 204-213.

11. BROWN G, COLLINS G, DEWHURST D, et al. Computer simulation in teaching neuromuscular pharmacology: time for a change from traditional methods? *ATLA* 1988; 16: 163-174.

12. FRAZIER J. Alternatives to and reduction of animals use in biomedical research, education and testing. *ATLA* 1990; 18: 65-74.

13. MODELL H. Can technology replace live preparation in student laboratories?. *Amer J Phys* 1989; 1: S18-S20.