

**TRABAJO ORIGINAL**

## **Simulaciones electrónicas de casos clínicos para el aprendizaje del sistema respiratorio en medicina interna**

**Electronic simulations of clinical cases for learning of the respiratory system in internal medicine**

**Gabriel Perdomo González**

Doctor en Medicina. Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM), La Habana, Cuba. E-mail: [perdomo@cecam.sld.cu](mailto:perdomo@cecam.sld.cu)

---

### **RESUMEN**

El Proyecto Policlínico Universitario que se está desarrollando en Cuba consiste en llevar a la atención primaria de salud la mayor parte del estudio de las carreras de Ciencias Médicas. Es conocido además, el papel exitoso que ha desempeñado la incorporación de las tecnologías informáticas al proceso enseñanza-aprendizaje y la necesidad actual del uso de estos medios como apoyo a la educación. Se propuso como objetivo confeccionar un paquete de simulaciones electrónicas de casos clínicos con enfermedades respiratorias, para el aprendizaje de Medicina Interna, acorde con los contenidos del programa de esta asignatura. Las simulaciones se elaboraron con la utilización del programa SIMED, software libre cubano que usa otras herramientas libres como APACHE, MySQL y PHP. Las simulaciones de casos clínicos realizadas tienen un impacto de carácter nacional e internacional ya que pueden ser utilizadas como apoyo docente en los polyclínicos universitarios de Cuba o en cualquier escenario de educación médica, tanto en el país como en otro de habla hispana que lo necesite, y contribuir así, al desarrollo óptimo de la enseñanza médica de pregrado y a la informatización de la educación médica en la atención primaria de salud.

**Palabras clave:** Simulaciones, educación médica, enfermedades respiratorias, medicina interna.

---

### **ABSTRACT**

The project "University Polyclinic" that is developing in Cuba consists in carrying to the primary attention of health the main part of the study of the careers of Medical

---

Sciences. It is known besides, the successful paper that has exerted the incorporation of the informatic technologies to the learning process and the current need of the use of these media like support to the education. It has proposed like aim to make a package of electronic simulations of clinical cases with respiratory disease, for the learning of Internal Medicine, in accordance with the contents of the program of this subject. The simulations were elaborated with the utilization of the program SIMED, Cuban free software that uses others free tools as APACHE, MySQL and PHP. The simulations of clinical cases realized have an impact of national and international character, since they can be used like support docente in the university polyclinics of Cuba or in any stage of medical education, so much in the country and in another of spanish speech that need it, and contribute like this, to the optimum development of the medical education of pregrade and to the informatization of the medical education in the primary attention of health.

**Key words:** Simulations, medical education, respiratory diseases, internal medicine.

---

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Policlínico Universitario que se está desarrollando en Cuba consiste en llevar a la atención primaria de salud la mayor parte del estudio de las carreras de Ciencias Médicas.<sup>1</sup>

Por otra parte, la necesaria informatización en la sociedad cubana está exigiendo a los centros de educación de todos los niveles modificar el proceso enseñanza-aprendizaje en sus programas de estudio, en particular en las formas, métodos y medios de enseñanza.<sup>2,3</sup>

Es conocido además, el papel exitoso que ha desempeñado la incorporación de las tecnologías informáticas a la sociedad en general y a la educación en particular y la necesidad actual del uso de estos medios para lograr un mejor proceso enseñanza-aprendizaje.

Las Ciencias Médicas no han escapado de la introducción de la informática en todos los campos del saber humano, donde cada día adquiere una mayor relevancia.

Dentro de los softwares educativos como medios de enseñanza el simulador, según su definición dada por McGuire en la década de los 60 del pasado siglo,<sup>4</sup> trata de representar un ambiente o proceso en particular lo más realista posible, donde se pueden modificar diversas variables, con el objetivo de simular una reacción o respuesta determinada, en este caso el manejo clínico del médico sobre un paciente aquejado con algún tipo de afección. Además, la simulación favorece el aprendizaje por deducción al observar la respuesta en tiempo real o acelerado y esto brinda a su vez, una nueva información de lo que ocurre en el entorno simulado.<sup>5,6,7</sup> El simulador necesita que el alumno se haya apropiado de los conocimientos previos sobre el tema, de forma tal que su objetivo sea evaluar la adquisición adecuada de aquellos y la toma de decisiones.

La necesidad de este tipo de medio informático como apoyo a la docencia, entre otras, justificó la confección de ocho simulaciones electrónicas de casos clínicos con

---

cardiopatía isquémica para la enseñanza de Medicina Interna en la atención primaria de salud,<sup>8</sup> lo que obtuvo resultados con impacto y lo que, a su vez, justificó con creces seguir laborando en este sentido.

Por tales motivos se propuso, como objetivo general, confeccionar un paquete de simulaciones electrónicas de casos clínicos, para la enseñanza de la asignatura Medicina Interna; y como objetivos específicos: 1) realizar el diseño y la confección de ocho simulaciones electrónicas sobre diferentes tipos de afecciones respiratorias, acorde con el programa de la asignatura Medicina Interna, y 2) evaluar la fiabilidad conceptual, funcional y psicopedagógica de las simulaciones.

Sus efectos estarían revertidos en egresados mejor preparados y con mayor habilidad en la toma de decisiones clínicas de estas entidades, lo que contribuye además a mejorar a largo plazo, los indicadores de morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias.

## METODOLOGÍA

### Revisión de la bibliografía sobre el tema

Se realizó un trabajo de búsqueda de softwares que pudiesen abordar total o parcialmente el tema, tanto a escala nacional como internacional.

Se hizo una revisión de los materiales impresos y electrónicos que tratan la temática, en especial los libros de textos que aparecen en el programa como su literatura básica, complementaria y de consulta, así como los objetivos, conocimientos y habilidades relacionados con las afecciones del sistema respiratorio, que se establecen en dicho programa, para delimitar los contenidos a reflejar en cada una de las simulaciones a realizar y definir la estrategia pedagógica a seguir.

Se actualizó la información acerca de las herramientas a utilizar, para seleccionar las más adecuadas a nuestros propósitos.

### Entorno virtual y herramientas utilizadas

Cuba ha contado con herramientas propias para confeccionar simulaciones, desde el Sistema Automatizado de Simulación, en 1989,<sup>4</sup> con los llamados PRESIMUL y SIMULA, que funcionaba sobre Sistema Operativo MSDOS y que fue evolucionando hasta el G-Simul, con ambiente gráfico y codificado en lenguaje C, todas elaboradas en el Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM). Existen actualmente otros sistemas, elaborados en Camagüey y en Cienfuegos,<sup>4</sup> con los mismos principios básicos de las anteriores, pero que ya son para utilizar en la Web

Se prefirió que la herramienta utilizara el lenguaje HTML (HyperText Markup Language), para que pudiera accederse por internet o insertarse en alguna intranet que pudiera en algún momento ubicarse en un espacio Web del ámbito de las Ciencias Médicas, una vez ubicado en un servidor; que fuera un software libre y, de ser posible, que fuese cubano. Por reunir todos estos requisitos y por tener el autor, experiencia en el uso de la herramienta, se seleccionó el sistema originado en Cienfuegos y mejorado en el Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM), en la Ciudad de la Habana, llamado Sistema automatizado para la edición de Simulaciones Médicas SIMED.<sup>4</sup>

Además, el software SIMED tiene la misma concepción del SIMULA, elimina algunas deficiencias técnicas de aquél, tiene un sistema interfaz Web y su mayor novedad es que funciona con filosofía cliente-servidor. Es una multiplataforma que utiliza código abierto (PHP, MySQL y APACHE). Admite la implantación de servicios Web XML (clase nusoap); brinda facilidades para el trabajo con imágenes, sonidos y videos; y en su última versión, permite al editor replicar cada simulación para ser editada como otra nueva, así como grabarla y hacerla portable para ejecutarse en cualquier computadora, sin necesidad de contar con la herramienta ni un servidor.

### **Selección del contenido**

Los textos de las simulaciones fueron seleccionados, partiendo del texto básico de la asignatura Medicina Interna,<sup>7</sup> de acuerdo con la experiencia personal y la actualización de cada tema con la mayor cantidad posible de literatura a nuestro alcance, sin que fueran controvertibles, es decir, manejados como "ciencia constituida" por la comunidad científica y sin salirse de lo establecido en los objetivos de las asignaturas involucradas en cada simulación.

### **Digitalización de las imágenes**

Las imágenes utilizadas se tomaron previo consentimiento escrito y firmado, con una cámara digital SONY CyberShot, de 7,2 megapixeles, de alta sensibilidad ISO 1250, en formato JPEG (Joint Photographic Experts Group), que comprime las imágenes respetando la escala de colores. Estas fueron transferidas a la computadora utilizando el programa Cabershot Picture Motion Browser, versión 2.200.

### **Selección de las imágenes utilizadas**

También se utilizaron imágenes de archivo. Para la selección de las imágenes se tuvo en cuenta los requisitos siguientes:

- Balance entre brillo y contraste de la imagen.
- Que tuvieran el mayor valor didáctico.
- En caso de tratarse imágenes de sujetos, lesiones corporales, radiografías u otro documento clínico, tratar de evitar que se visualizaran la cara o marcas que pudieran identificar el sujeto fotografiado, aun con su autorización, a menos que fuera indispensable, en correspondencia con los principios éticos de nuestra medicina.

### **Diseño de las simulaciones**

El diseño de las simulaciones se concibió de manera que integrasen los diferentes elementos diagnósticos y terapéuticos, que permitan la consolidación de su aprendizaje y la ejercitación en la toma de decisiones que estas conlleven, a la vez que permitan la explotación de todas las ventajas y facilidades que nos brinda la informatización en las ciencias médicas.

Se realizó un diseño previo en papel de la estructura general de cada simulación; es decir, de las secciones estructuradas metodológicamente según el diagrama o flujo gráfico general de la aplicación SIMED.<sup>4</sup>

Posteriormente se procedió al diseño de cada una de las simulaciones, teniendo en cuenta los contenidos a incluir, según las exigencias del programa de la asignatura y la manera en que serían expuestos los ítems para las tomas de decisiones y para

la retroalimentación mediante los diferentes objetos (imágenes, animaciones, textos, video).

### Evaluación

Una vez terminada, la primera versión de cada simulación fue corrida en múltiples ocasiones por profesores de Informática y de Medicina, lo que permitió detectar errores en algún contenido, hasta conformar la versión final; porque la evaluación del diseño y de la programación se hace automáticamente por el software SIMED y este no permite utilizarlo hasta que no esté validado por él. Además, el sistema le señala cuáles son y dónde están los errores que no permiten su validación. Las simulaciones incorporadas al sistema se probaron en varias máquinas, en los laboratorios de computación de nuestra institución con diversas versiones de Windows y con servidores en las propias máquinas personales (stand alone) sin que se detectaran conflictos.

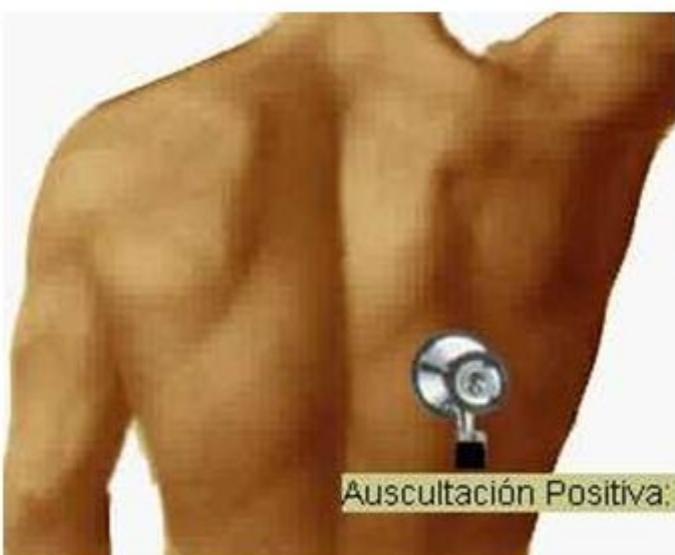
La fiabilidad conceptual, funcional y pedagógica de este tutorial fue evaluada empleando la metodología para evaluar un software educativo por grupo de expertos, propuesta por César Labañino Rizzo, master en ciencias, profesor auxiliar y jefe del departamento de Software Educativo del MINED. Para ello se solicitó la opinión de un grupo de especialistas en los diferentes aspectos que se evalúan con esta metodología.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este proyecto continúa en ejecución. Se diseñaron y elaboraron hasta el momento de publicación, de este trabajo, cuatro simulaciones electrónicas de casos clínicos con enfermedades del sistema respiratorio con la aplicación SIMED.

Es de señalar que las simulaciones pueden hacerse cada vez más complejas, con la pretensión de que semejen mejor la realidad objetiva y sustituir el texto por imágenes o sonidos.

En alguna de las simulaciones realizadas se sustituyó la retroalimentación textual del resultado de la auscultación respiratoria por la combinación de una imagen con sonido (figura 1), para que el estudiante sea el que discrimine si la auscultación es normal o patológica. Lo mismo sucede con el resultado del Rx de Tórax, que en lugar de dar la retroalimentación escrita se utilizó la imagen correspondiente (figura 2), ya que la detección e interpretación de las alteraciones, puede ser crucial para la toma de decisiones diagnóstico-terapéuticas.



**Figura 1.** Imagen con sonido de respuesta a la selección de "auscultación respiratoria" en la pantalla del Examen Físico (selección múltiple).



**Figura 2.** Radiografía posteroanterior de Tórax, de respuesta a la selección "Rx de Tórax", en la pantalla de Investigaciones en un paciente con neumonía del lóbulo inferior derecho.

El sistema de calificación de las opciones utilizado fue el de 5 categorías: positiva indispensable +4; positiva no indispensable +2; neutra 0; negativa perdonable -2; y negativa imperdonable -4

Esta última categoría puede sacarlo de la simulación si conlleva la muerte del paciente, si se comete iatrogenia o si es una violación grave de la ética médica.

Una vez terminada de realizar la simulación, el estudiante recibe una calificación en puntos, que se convierte automáticamente por la aplicación, al sistema de evaluación vigente, de Excelente, Bien, Regular y Mal.

Se presenta además en pantalla un mapeo de todo lo efectuado, en qué opciones se cometió errores en contraposición con el manejo adecuado de cada paso, como retroalimentación positiva final.

Es conveniente recordar que las simulaciones no sustituyen la práctica realizada con la realidad objetiva, es decir, con el sujeto enfermo. Nadie puede predecir si la toma de decisiones será la adecuada frente a la práctica real, cuando solo se entrena con simulaciones. Por ello el alumno debe moverse en su aprendizaje de la simulación al objeto real y viceversa, hasta que automatice su habilidad

Las simulaciones fueron evaluadas por criterios de expertos.

Las evaluaciones realizadas según los criterios de expertos demostraron que las simulaciones de casos clínicos realizadas eran fiables desde el punto de vista conceptual, funcional y pedagógico.

## CONCLUSIONES

Se realizó el diseño y la confección de cuatro simulaciones electrónicas sobre tipos diferentes de enfermedades respiratorias, acorde con el programa de la asignatura Medicina Interna, y para la enseñanza de pregrado en cualquier nivel de atención.

La fiabilidad desde el punto de vista conceptual, funcional y pedagógico de cada una de las simulaciones confeccionadas fue evaluada por expertos, como "satisfactoria".

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Loynaz Fernández C S. El proyecto polyclínico universitario. Una nueva estrategia educativa (conferencia). Rev Habanera de Ciencias Médicas. (ISSN:1729-519X). 4(5). Disponible en:  
[http://www.ucmh.id.cu/rhab/vol4\\_num5/nueva\\_estrategia.htm](http://www.ucmh.id.cu/rhab/vol4_num5/nueva_estrategia.htm) (Último acceso: 10 oct 2010).
2. Farell Vázquez GE. El desafío de las nuevas tecnologías de la informática y la computación para los docentes de la Educación Médica. Rev Cubana Educ Med Super. 2002; 16(1):37-46.
3. Corona Martínez L A, Fonseca Hernández M, López Fernández R, Cruz Pérez N R. Propuesta metodológica para la incorporación de la simulación de casos clínicos al sistema de métodos de enseñanza-aprendizaje en el internado rotatorio de Pediatría. MediSur (ISSN 1727-897X); 2010, Jan.-Feb.; 8(1). Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2010000100010&lng=en&nrm=iso&ignore=.html](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2010000100010&lng=en&nrm=iso&ignore=.html) (Último acceso: 10 oct 2010).
4. Monzón Pérez M E. SIMED, sistema para entrenamiento en línea del proceso de atención médica mediante simulaciones de casos. Tesis de Maestría en Informática en Salud. Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM). Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Ciudad de la Habana, Cuba, 2006.

5. Colunga Salazar C, Rodríguez L E. Manual Metodológico para la Elaboración de Simulaciones. La Habana; ISCMH-CECAM, 1989.
6. Rodríguez Chávez L E, Rubén Quesada M. La simulación computarizada como herramienta didáctica de amplias posibilidades. Revista Cubana de Informática Médica (ISSN:1684-1859). 9(1). Disponible en: [http://www.rcim.sld.cu/revista\\_18/articulos\\_htm/simulacioncomputarizada.htm](http://www.rcim.sld.cu/revista_18/articulos_htm/simulacioncomputarizada.htm) (Último acceso: 10 oct 2010).
7. Currier R L. Interactive simulations of clinical case studies: A cost-effective method for measuring changes in clinical practice. CE MEASURE. 2007; 1(2). Disponible en: [http://www.cemeasure.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=39&Itemid=71](http://www.cemeasure.com/index.php?option=com_content&task=view&id=39&Itemid=71) (Último acceso: 10 oct 2010).
8. Perdomo González G. "Ocho simulaciones electrónicas para la enseñanza de la cardiopatía isquémica en la asignatura Medicina Interna". Revista Cubana de Informática Médica (ISSN:1684-1859). 9(1). Disponible en: [http://www.rcim.sld.cu/revista\\_18/articulos\\_htm/ochosimulaciones.htm](http://www.rcim.sld.cu/revista_18/articulos_htm/ochosimulaciones.htm) (Último acceso: 10 oct 2010).
9. Roca Goderich E, et al. Temas de Medicina Interna, 4ta ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2002.

Recibido: 14 de septiembre de 2011.

Aprobado: 15 de octubre de 2011.