

# **La simulación computarizada como herramienta didáctica de amplias posibilidades**

## **Utilization of Computerized Simulation as a Didactic Tool**

Autores:

M.Sc. Lilia Ester Rodríguez Chávez (liliaester@infomed.sld.cu)

Dra. C. Mercedes Rubén Quesada (mquesada@cecam.sld.cu)

### **Resumen**

El uso de la simulación en el panorama educativo de hoy es cada vez mayor. En este trabajo se presenta una revisión sobre los fundamentos de la simulación y, en particular, las características y ventajas de la simulación por computadoras para su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **Palabras clave**

Simulación, software educativo, enseñanza asistida por computadora

### **Abstract**

The use of simulation in education circles today is increasing. This paper shows a review about the fundamentals of simulation, particularly those related with

the characteristics and advantages of using computerised simulation in the teaching and learning process.

## **Key Words**

Simulation, Educative Software, Computer-Assisted Teaching

## **Introducción**

La simulación de sistemas y situaciones existentes en el mundo juega un importante papel en las investigaciones científicas. En la educación es cada vez más utilizada para la enseñanza de procesos, procedimientos y en el entrenamiento de situaciones prácticas. Sirven como base de muchos juegos instructivos y de entretenimiento en general. [0]

Una de sus formas más elaboradas y actuales, es lo que se ha dado en llamar realidad virtual, que permite “engañar” a nuestros sentidos para hacernos sentir en un entorno diferente al que nos encontramos en realidad.

El objetivo de este trabajo es identificar un marco conceptual de referencia que sirva de base para el desarrollo de trabajos de simulación computarizada para la educación.

## **Desarrollo**

Aunque es posible intuir el significado del término simulación, es importante precisarlo a fin de tener una idea más clara de su importancia y la relevancia que tiene su utilización en la época actual. Para ello revisaremos algunos conceptos.

Para hablar de simulación es imprescindible que tengamos una noción de lo que es un sistema. Este puede definirse como un conjunto de elementos con relaciones de interacción e interdependencia, que le confieren entidad propia al formar un todo unificado.

La esencia de la **simulación** consiste en establecer una equivalencia entre dos sistemas, cada uno de los cuales puede existir en realidad o ser abstracto. Si el primero resulta más sencillo para la investigación que el segundo, es posible juzgar sobre las propiedades del segundo sistema al observar el comportamiento del primero. En este caso el sistema empleado para la investigación se denomina modelo. [0]

Según R.E. Shannon: "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias — dentro de los límites impuestos por un cierto criterio, o un conjunto de ellos— para el funcionamiento del sistema". [0] [0]

Dos términos necesarios para caracterizar las simulaciones son: modelo de simulación y proceso de simulación:

**Modelo de simulación:** es un conjunto de hipótesis acerca del funcionamiento del sistema expresado como relaciones matemáticas y/o lógicas entre los elementos del sistema. [0]

Como tendencia, los modelos de simulaciones se agrupan en tres tipos fundamentales [0]:

**Modelos continuos:** Se construyen utilizando cálculos para representar un sistema con un número de estados infinitos.

**Modelos discretos:** Utilizan teorías estadísticas y de colas para representar sistemas con estados cuantitativos discretos.

**Modelos lógicos:** se representan utilizando un conjunto de heurísticas implementadas mediante lenguajes de programación de alto nivel. Son computacionalmente más eficientes, por lo que se utilizan cuando la obtención de soluciones óptimas lleva demasiado tiempo o es imposible, porque el modelo es demasiado complejo.

Los modelos lógicos son los más utilizados en simulaciones educativas, mientras los modelos continuos y discretos son más utilizados en simulaciones científicas y de ingeniería.

**Proceso de simulación:** es la ejecución del modelo a través del tiempo en una computadora para generar muestras representativas del comportamiento del sistema que queremos simular. [0]

La esencia misma de la simulación, el hecho que comprenda cálculos numéricos, hace que resulte natural usar la informática como medio para su desarrollo. Por otro lado, en muchas ocasiones, el modelo resultante de un sistema real puede ser tan complejo o grande que no es posible o práctico desarrollar una metodología de solución basada en un análisis matemático. A veces, seleccionar una técnica matemática existente requiere de suposiciones no aplicables o realistas. En tales casos, un enfoque alternativo sería usar una técnica de la Ciencia Informática.

La simulación por computadoras es una técnica alternativa para diseñar y construir modelos que imiten la realidad.

### ***Simulaciones computarizadas***

Las simulaciones por computadoras son programas que sostienen modelos de sistemas reales. El comportamiento de estos sistemas se expresa mediante cambios en las variables que lo describen. En caso que no sea posible representarlos todos, se selecciona una representación de los principales estados del sistema real.

La experimentación con las simulaciones se realiza dando entradas al modelo y analizando sus salidas.

Para describir las simulaciones deben tenerse en cuenta: el **tipo de sistema real que es representado** en el modelo, así como la **fideldad del modelo** y sus **características internas**: [0]

*El sistema real puede ser físico, artificial o hipotético.*

La *fidelidad* puede ser *física y de percepción* (cómo se ve, oye y siente), o fidelidad de *manipulación* (lo que puede hacerse en la simulación).

Las *características internas* se refieren a *la estructura y relaciones de las variables en el modelo* del sistema simulado.

Para **programar las simulaciones** existen diferentes herramientas de software: los lenguajes de programación de propósito general, los lenguajes de simulación y los paquetes de simulación. El uso de cualquiera de ellos supone ventajas y limitaciones con respecto al resto:

**Lenguajes de programación de uso general:** Entre sus ventajas se encuentra que son conocidos por los programadores, lo que supone menor esfuerzo de aprendizaje. Están disponibles en cualquier sistema operativo, a diferencia de los lenguajes de simulación. Algunos tienen extensiones con bibliotecas para manejar tareas que se necesitan de manera general en la programación de simulaciones. Son más eficientes desde el punto de vista de la velocidad, portabilidad y flexibilidad, pero el tiempo de desarrollo de las aplicaciones es más largo que en lenguajes y herramientas específicas [0].

**Lenguajes de simulación:** El entorno de desarrollo es específico para simulaciones; están diseñados para facilitar la tarea de programar este tipo de aplicaciones, proporcionando automáticamente la mayoría de los elementos necesarios en la programación de modelos de simulación. En general dan al usuario un conjunto de conceptos de modelado para describir el sistema y un sistema de programación para convertir la descripción en un programa que ejecuta la simulación, además de facilidades para la detección automática de errores potenciales que ya han sido identificados. Ahorran tiempo en el desarrollo. Producen un código más legible, modificable y menos largo, lo que minimiza el número de errores. [0]

**Paquetes de simulación:** proporcionan bloques de construcción ya programados que el usuario puede seleccionar y ensamblar en el orden que necesita para formar el modelo del sistema particular que desea construir, lo que facilita mucho esa tarea con respecto a los lenguajes, ya que no es necesario programar. Su principal ventaja es el ahorro de tiempo, y la

desventaja es su poca flexibilidad ya que solo permiten simular los sistemas para los que fueron definidos. [0]

La simulación por computadora se ha convertido en una parte útil del modelado de muchos sistemas naturales en Física, Química y Biología, y de sistemas humanos como el económico, entre otros. Puede sustituir por completo, o ser utilizada como un accesorio, en sistemas de modelado para los cuales no es posible tener soluciones analíticas de forma cerrada simple.

En la enseñanza, esta posibilidad de ensayar, probar teorías y entrenarse en un ambiente controlable y sin riesgos es una gran oportunidad.

### ***La simulación en la enseñanza***

Una simulación educativa es una poderosa técnica que enseña algunos aspectos del mundo mediante su imitación o réplica. Está basada en un modelo de un sistema o fenómeno del mundo real en el que se han simplificado u omitido algunos elementos para facilitar el aprendizaje.

Las simulaciones permiten colocar al alumno en situaciones de aprendizaje que, por restricciones económicas o físicas, son difíciles de obtener en una experiencia de laboratorio tradicional. Este tipo de aplicaciones permite la construcción de mundos ideales (por ejemplo, un mundo sin fricción), la aceleración o desaceleración del tiempo para observar mejor un fenómeno, dotar a cada alumno con una réplica de la máquina o sistema simulado, etc. Son consideradas como el tipo de software que hace posible aplicación de las teorías de aprendizaje centradas en el estudiante. [0]

Allessi y Trollip propusieron una **taxonomía** para simulaciones en la enseñanza [9]. Ellos las dividen en **cuatro grandes categorías**: físicas, de procedimientos, situacionales y de procesos.

- *Simulaciones físicas*: en este tipo de simulaciones se representa en pantalla un objeto para que el estudiante lo utilice o aprenda sobre él. Ejemplos típicos son: una máquina que el estudiante deba operar o

algunos equipos de laboratorios científicos que utilizará en experimentos.

- *Simulaciones de procedimientos*: El propósito fundamental de este tipo de simulaciones es que el estudiante aprenda un conjunto de acciones que constituyen un procedimiento. Muchas veces en estos procedimientos se manipulan objetos de simulaciones físicas, por lo que estos tipos de simulaciones están muy relacionadas.
- *Simulaciones situacionales*: permiten al estudiante explorar los efectos de diferentes aproximaciones a una situación o jugar diferentes roles en ella. En las simulaciones situacionales virtuales, el estudiante es parte integral de la simulación tomando uno de los roles principales. Los demás roles pueden asumirse por otros estudiantes que interactúan con el mismo programa o la computadora, jugando el rol de una persona.
- *Simulaciones de procesos*: En este tipo de simulaciones generalmente el estudiante da valores a una serie de parámetros iniciales y observa cómo ocurre el proceso sin intervenir o manipular. Por lo general estas son versiones aceleradas o desaceleradas de un proceso real, o la representación de un proceso que no se manifiesta de manera visual.

La fidelidad (física, perceptual o de manipulación) para estos tipos de simulación se traduce en la precisión con la que modelan un sistema o fenómeno del mundo real, en el realismo de la interacción, y la frecuencia y tipo de retroalimentación que el sistema brinda al estudiante. [0]

El desarrollo de la tecnología multimedia y su modalidad con interfaz más elaborada, la realidad virtual, permite la construcción de modelos con representaciones y niveles de interacción cada vez más fieles.

Existe consenso con respecto a las **ventajas** que trae a los estudiantes la introducción de la simulación en el proceso educativo. La experiencia avala, entre otras, las siguientes:

- La mayoría de los estudiantes encuentran la interacción con simulaciones más motivadora y cercana a las experiencias con el mundo, el sistema o fenómeno real, que otros tipos de software educativo. [0] [0]
- Lo aprendido con una simulación generalmente puede transferirse a la situación real más eficazmente que lo ejercitado con otros medios. De esta manera, los estudiantes pueden aplicar mejor a situaciones del mundo real las habilidades o el conocimiento adquirido al interactuar con una simulación, pues esta brinda al estudiante práctica y oportunidad de probar diferentes combinaciones de condiciones [0].
- Las simulaciones bien diseñadas pueden contribuir a la eficiencia del aprendizaje, ya que al estudiante le puede tomar menor tiempo entender una materia cuando ha visto su contenido a través de la interacción con una simulación. [0]
- La simulación permite al estudiante experimentar con fenómenos que pueden ser peligrosos, costosos o imposibles de observar en el mundo real [0].
- En una simulación se puede comprimir o dilatar el tiempo para observar al ritmo más conveniente fenómenos que ocurren muy rápido o despacio.[0]
- Con la simulación por computadoras, el estudiante puede ensayar la interacción con sistemas o fenómenos del mundo real en un ambiente más barato, seguro, controlable, ético y eficiente.
- Facilitan el aprendizaje de fenómenos del mundo real mediante su simplificación, o la omisión de fuentes de distracción, que sí están presentes en la situación real.
- Con las simulaciones pueden implementarse diferentes estrategias de enseñanza. Estas son ideales para implementar aquellas centradas en el estudiante, por ejemplo, micromundos, aprendizaje por



descubrimiento, juegos de roles, realidad virtual, simulaciones de laboratorios o laboratorios virtuales, escenarios basados en casos, y juegos de simulación. [0]

A pesar de todas las ventajas enumeradas, la simulación por computadoras tiene ciertas **limitaciones**:

- Aunque existen paquetes de simulación especializados, el diseño y programación de las simulaciones es más complejo y demorado que el de otras aplicaciones de enseñanza asistida por computadoras, como tutoriales convencionales y libros electrónicos.
- La interacción con la simulación no puede sustituir la práctica con la realidad, solo es un entrenamiento para aprender, ensayar hipótesis y poder transferir los conocimientos a situaciones reales. Puesto que se trata de una simplificación, no reproduce exactamente tales condiciones en toda su complejidad. Por otro lado, hay fenómenos que presentan gran complejidad para ser simulados, como son las relaciones humanas.

## **Conclusiones**

La simulación es el tipo de software educativo capaz de aprovechar todas las potencialidades de la computadora en el proceso de enseñanza aprendizaje. Entre sus ventajas se encuentra que estimula la motivación, la eficiencia y la transferencia del aprendizaje a situaciones reales. Permite la experimentación en un ambiente controlado y sin riesgos, y es ideal para desarrollar estrategias centradas en el estudiante. A pesar de sus muchas ventajas con respecto a otros tipos de software educativo, es importante no perder de vista que la simulación también tiene ciertas limitaciones, principalmente porque no puede reproducir el mundo real en toda su complejidad, y porque su diseño y programación son más complicados.

## Referencias bibliográficas

- [1] Magee M. State of field review. Simulation in education. Final report. Calgary, Canadá: Alberta Online Learning Consortium. 2006. (Citado: 20 Oct 2009) Disponible en: <http://www.ccl-cca.ca/NR/rdonlyres/C8CB4C08-F7D3-4915-BDAA-C41250A43516/0/SFRSimulationinEducationJul06REV.pdf>
- [2] Kórshunov YM. Fundamentos matemáticos de la cibernética. Moscú: MIR.
- [3] Wikipedia. Simulación. (Citado 20 Ene 2009) Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Simulación>
- [4] Bonacina M, Bortolato G. Uso del ordenador en la simulación de procesos. Métodos y errores. (Citado 15 mar 2009) Disponible en: <http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero7/articulo1>
- [5] Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Simulación Método Monte Carlo. 2005. (Citado 20 Oct 2009) Disponible en: [www.exa.unicen.edu.ar/catedras/inv\\_op/apuntes/Apunte\\_Teorico\\_MC\\_2005.pdf](http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/inv_op/apuntes/Apunte_Teorico_MC_2005.pdf)
- [6] Lunce LM. Simulations: Bringing the benefits of situated learning to the traditional classroom. Journal of Applied Educational Technology. 2006; 3(1):37-45. (Citado 12 Ene 2009) Disponible en: [www.eduquery.com/jaet/JAET3-1\\_Lunce.pdf](http://www.eduquery.com/jaet/JAET3-1_Lunce.pdf)
- [7] Antonio Jiménez A de et al. Extensión al secuenciamiento de SCORM para incluir a las simulaciones en los sistemas de E-learning. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. (Citado 17 Ene 2009) Disponible en: [www.formatex.org/micte2006/pdf/1555-1559.pdf](http://www.formatex.org/micte2006/pdf/1555-1559.pdf)
- [8] Pérez Pérez JR. Técnicas de medición, modelado y simulación. (Citado: 2 Feb 2009) Disponible en: [www.petra.euitio.uniovi.es/asignaturas/ceesi/ii\\_evaluacion/07\\_tecnicas\\_medida\\_modelado\\_simulaciones03.pps](http://www.petra.euitio.uniovi.es/asignaturas/ceesi/ii_evaluacion/07_tecnicas_medida_modelado_simulaciones03.pps)

[9] Alessi SM, Trollip SR. Computer Based Instruction: Methods and Development. New Jersey: Prentice Hall; 1991.