



SIMULACIONES POR COMPUTADORA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN UN CURSO PROPEDÉUTICO DE LA CARRERA DE MEDICINA DE LA ESM DEL IPN

Sergio Valadez Rodríguez
Instituto Politécnico Nacional
svaladezr@gmail.com

Irma Patricia Flores Allier
Instituto Politécnico Nacional
ipfallier@hotmail.com

Ana María Atencio de la Rosa
Instituto Politécnico Nacional
ana_atencio@hotmail.com

Resumen

El uso de las computadoras electrónicas ha impactado los diferentes ámbitos de la actividad humana, en especial el sector salud. Los experimentos de cálculo o simulaciones por computadora o virtuales, originalmente diseñados para la solución de problemas en otras ciencias como la Física, son comúnmente utilizadas en el sector salud, ya sea en el estudio de la epidemiología o la investigación médica y establecen un medio de enseñanza en la educación médica superior. La gestación de las nuevas generaciones de profesionales de la salud que asimilen las nuevas tecnologías utilizadas en áreas de la profesión y sus continuos cambios es inevitable. Los programas de cómputo profesionales para el manejo de simulaciones en ciencias de la salud no están asequibles a los estudiantes lo que conlleva a encontrar opciones que permitan su habituación con estas trascendentales herramientas. El objetivo de este trabajo realizado como apoyo a la ESM del IPN, es demostrar las bondades de los applets de Java para el adiestramiento de los estudiantes del Curso Propedéutico de la carrera de Medicina de dicha institución, empleando simulaciones por computadora para que conozcan sus enormes posibilidades. El aporte que se realiza radica en una propuesta para la utilización de applets para la actividad experimental durante la resolución de problemas de la unidad de aprendizaje Física.

El uso de las computadoras electrónicas ha impactado los diferentes ámbitos de la actividad humana y en lo particular en el sector salud. Los experimentos de cálculo o simulaciones por

computadora, originalmente diseñados para la solución de problemas en otras ciencias como la Física, son comúnmente utilizadas en el sector salud ya sea en el estudio de la



epidemiología o la investigación médica y establecen un medio de enseñanza en la educación médica superior. Lo anterior se ha hecho del conocimiento del ciudadano común e inclusive de los jóvenes aspirantes a carreras de ciencias médicas en diversos medios de comunicación. La gestación de las nuevas generaciones de profesionales de la salud que asimilen las nuevas tecnologías utilizadas en diferentes áreas de la profesión y sus continuos cambios es inevitable.

Las computadoras electrónicas han cambiado enormemente la forma de investigar e influyen positivamente en el desarrollo de la ciencia. El analizar la evolución y el desarrollo de las computadoras electrónicas permite precisar las principales directrices en su implementación en la actividad científica de investigación ^[1], entre ellas están:

- La ejecución de cálculos numéricos extensos.
- La elaboración de experimentos de cálculo o simulaciones por computadora.
- La automatización de experimentos
- El uso de sistemas expertos.
- El almacenamiento, la organización, la búsqueda y la comunicación automatizada de datos científicos.
- El análisis de imágenes (fotografías, videos y trazas), dedicando especial atención a la elaboración de experimentos de cálculo o simulaciones por computadora.

En las condiciones de ampliación de las simulaciones por computadora, los autores Shannon y Johannes ^[2] las definen como "...el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevando a término experiencias con él, con el objetivo de comprender el comportamiento del sistema o valorar nuevas estrategias - dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un

conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

La finalidad del trabajo es mostrar las bondades de los applets de Física para habituar a los estudiantes del Curso Propedéutico de la Carrera de Medicina de la ESM del IPN con el uso de las simulaciones por computadora en la ciencia.

Las simulaciones por computadora en el ámbito de la Física

El enorme impacto que las computadoras electrónicas han causado en la Física depende de dos factores:

- a) Los cambios que se han generado en los objetivos de estudio y las condiciones en las que se efectúa la actividad de investigación
- b) El propio desarrollo que ha alcanzado esta tecnología.

Como resultado del progreso de las computadoras ya hacia 1965 fue posible la amplia propagación de la experimentación con modelos matemáticos en la computadora (experimentación numérica o simulación por computadora).

La simulación básicamente es una técnica para la elaboración de experimentos con un modelo montado de una situación real, una hipótesis o un conjunto de hipótesis. Dichos experimentos constituyen ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, mismas que son vitales para representar el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo.

Los experimentos de cálculo o simulación matemática tienen similitud con la investigación experimental y con la investigación teórica. Como sucede en un experimento real, durante la simulación se examina un objeto cambiando sus propiedades



y posicionándolo en diferentes situaciones. Esto se consigue, por ejemplo, cambiando los parámetros y las condiciones de inicio de las ecuaciones con que se representa un proceso. Pero además de las acciones que efectúe el investigador, él no estudia directamente un objeto material, sino un objeto ideal y el análisis efectuado es puramente teórico. Como resultado de esto, el autor Shubik ^[3] definió las condiciones en las que debe realizarse la simulación en vez de manejar un sistema real: “La simulación de un sistema (o un organismo) se basa en operar un modelo (simulador) el cual es una representación del sistema. Este modelo se sujeta a manejos que serían imposibles de efectuar, muy costosos o imprácticos. La manipulación de un modelo puede ser estudiada y con ésto, deducirse propiedades relativas al comportamiento del sistema o subsistema real”.

En relación a lo expresado por el autor Shubik ^[3] y al rol del experimento en la investigación científica la simulación es conveniente o necesaria por:

- La posibilidad de realización y costo de experimentos para obtener datos para establecer hipótesis.
- La complejidad del objeto que no admita la elaboración de un modelo matemático simple.
- La complejidad de las soluciones del modelo.
- El costo de los experimentos para recabar datos para verificar la o las hipótesis.

Un ejemplo real de utilización de las simulaciones en los años de la década de los 40's del siglo pasado permitió resolver problemas referentes al desarrollo de la bomba atómica en el Laboratorio Nacional de Los Álamos en los Estados Unidos de América mediante la simulación de la difusión de neutrones en el material de fisión empleando el Método de Montecarlo. Otro ejemplo de más

actualidad es la implementación de experimentos para descubrimientos trascendentales de la Física, que se realizarían en el nuevo acelerador de partículas LHC del CERN para poner de manifiesto la existencia del bosón de Higgs.

Para la elaboración de las simulaciones por computadora en la ciencia se ha establecido un procedimiento que consta de las siguientes etapas:

- a) Definición del sistema.
- b) Formulación del modelo.
- c) Colección de datos.
- d) Implementación del modelo en la computadora. Verificación y Validación del Sistema.
- e) Experimentación.
- f) Interpretación.
- g) Documentación.

Las simulaciones por computadora en el Sector Salud

En diversas ramas de las ciencias de la salud son empleadas simulaciones de diferentes tipos con finalidades específicas. Esto fue tratado en el análisis de artículos publicados en revistas de ciencias médicas ^{[4] [5] [6] [7]}.

En estudios epidemiológicos los investigadores diseñan y validan modelos matemáticos para estudiar la transmisión de enfermedades y anticipar las epidemias, para una mejor prevención y tratamiento contra ellas. Esto se hizo notar en los estudios sobre la evolución y desarrollo de la pandemia de COVID-19 para la toma de decisiones en relación a las acciones para ser enfrentada, como se puede observar en los recientes trabajos publicados en revistas especializadas ^{[8] [9]}.

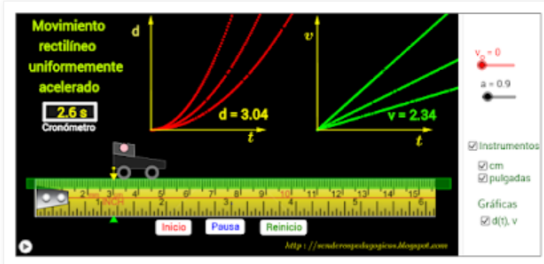
Otra forma que está en expansión, es el diseño de simulaciones en entornos virtuales para adiestrar a los profesionales de la salud en procedimientos terapéuticos y de diagnóstico,



así como de conceptos para la toma de diagnósticos y decisiones médicas.

Artículos publicados sobre el empleo de las simulaciones por computadora en el proceso de enseñanza de la Física, son por ejemplo los de los autores: Rodríguez, Mena y Rubio ^[10], Crespo ^[11], Amadeu y Leal ^[12], López ^[13], Montoya y Salas ^[14], Ayón y Vítores ^[15], Sánchez ^[16], Fundora, Jiménez y García ^[17] mismos que están dirigidos al incremento del aprendizaje, a la manipulación de datos para ver qué pasa si, como paliativo a la escases de equipos de laboratorio reales y al aprendizaje de conceptos incidiendo esencialmente sobre los medios de enseñanza. En estos no se da a conocer el papel de las simulaciones por computadora como método en las ciencias.

Para la realización de simulaciones por computadora, en este artículo se propone utilizar applets java. Los applets son programas de computadora escritos en lenguaje java que se accesan a través de las páginas Web con el objetivo de hacer posible la interacción en tiempo real, que puede incluir animaciones y sonido. Los applets pueden ser modificados, haciendo uso de su interactividad y son herramientas extremadamente útiles para la solución de problemas que demandan la realización de experimentos para comprobar hipótesis o que requieran comprobar resultados de la aplicación de algún conocimiento anterior.



Fuente: <https://www.geogebra.org/m/ZPVjGHEj>
Fig.1 Applet del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.

Muchos applets de Física se encuentran en diferentes sitios de internet y pueden ser descargados gratuitamente. Se propone emplear los que se brindan en el sitio www.walter-fendt.de ya contiene un conjunto de applets que corresponden a diferentes ramas de la Física en un entorno de fácil manejo.

Cada applet de forma sencilla recrea el fenómeno o situación objeto de estudio y el sistema de medición (Fig. 1) en el que se pueden alterar las condiciones iniciales y los valores de las constantes. Para la realización de las simulaciones utilizando los applets en las clases de Física se propone el siguiente procedimiento simplificado:

- Definición del sistema.
- Formulación del modelo.
- Colección de datos.
- Introducción de datos en el modelo en la computadora.
- Experimentación.
- Interpretación.
- Documentación.

Reflexiones

- La introducción de simulaciones por computadora en el Curso Propedéutico de la carrera de Medicina en la ESM del IPN, establece una necesidad y le brinda actualidad y gran pertinencia.
- Los applets de Física pueden ser utilizados para habituar a los estudiantes con las simulaciones por computadora ampliamente empleadas en la ciencia y en el sector salud.
- La implementación de las simulaciones por computadora en el Curso Propedéutico de la carrera de Medicina en la ESM del IPN, no sólo modifica los objetivos sino también el contenido de los programas de estudio y los métodos empleados en la enseñanza.



Referencias bibliográficas

1. Valdés R. (2016), *Las Computadoras, los Objetivos Generales, el Contenido y la Metodología de la Enseñanza de las Ciencias*. Alpha: Cuba, Pag. 233, 234.
2. Shannon, R, Johannes, JD. (1976), *Systems simulation: the art and science*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Tirant: E.U.A., Pag. 723, 724.
3. Shubik, M. (1960), *Simulation of the Industry and the Firm*. American Economic. Mc Graw Hill: Puerto Rico, Pag. 908-919.
4. Dávila, A. (2014), *Simulación en educación médica*. Investigación Educación Médica Internet: Argentina, Pag. 100-105. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-investigacion-educacion-medica-343-articulo-simulacion-educacion-medica-S2007505714727334>
5. Caballero, F. (2017), *La simulación: el entorno clínico virtual*. Investigación Educación Médica. Investigación Educación Médica Internet: Perú, Pag. 456,457,460. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-medica-71-pdf-X1575181317608153>
6. López, M, Ramos, L, Pato, O, López, S. (2013), *Simulación clínica como herramienta de aprendizaje*. Cirugía Mayor Ambulatoria. Dextra: México, Pag. 27-31.
7. Núñez, FJ. (2017), *Uso de los simuladores de realidad virtual en la enseñanza de ciencias básicas en pregrado de medicina*. Internet Tesis: Colombia, Pag. 200-218. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17077/NuñezRicardoFedericoJavier2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Ortigoza, G, Lorandi, A, Neri, I. (2020), *Simulación Numérica y Modelación Matemática de la propagación del Covid 19 en el estado de Veracruz*. Revista Mexicana de Medicina Forense: México, Pag. 21-37.
9. Jiménez, C, Tisnés, A, Linares, S. (2020), *Modelo de simulación del Covid-19 basado en agentes. Aplicación al caso argentino*, Internet: Argentina, Pag. 57-63. Disponible en: www.posicionrevista.wixsite.com/inigeo
10. Crespo O. (2013), *El uso de las simulaciones educativas en la enseñanza de conceptos de ciencias y su importancia desde la perspectiva de los estudiantes candidatos a maestros*, Tesis doctoral: Puerto Rico, Pag. 134-140. Disponible en: https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/Centro-Estudios-Doctorales/Tesis_Doctorales/2013/ECrespo.pdf
11. Amadeu, R, Leal, JP. (2013), *Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física*. Enseñanza de las Ciencias, Internet: Venezuela, Pag. 177-188. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/3a5a/4acea506970475c17d80f4cb6d7647146398.pdf>
12. López, A. (2016), *La simulación, una herramienta para el aprendizaje de los conceptos físicos*, Tesis de maestría Universidad de Medellín: Colombia, Pag. 45-54. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/11414/1/L%C3%B3pez2016La.pdf>
13. Montoya, ME, Salas, GJ. (2018), *Las simulaciones interactivas como objetos de aprendizaje en el desarrollo de las competencias explicación de fenómenos e indagación en las ciencias naturales en 9º*, Tesis de maestría Universidad de la Costa: Colombia, Pag. 130-134. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/55/57450702-7594450.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
14. Ayón, EB, Vítores, MC. (2020), *La simulación: Estrategia de apoyo en la Enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato*, Internet: Ecuador, Pag. 65-70. Disponible en: www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index
15. Sánchez, W. (2021), *La simulación Phet en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. Experiencias de Aprendizaje*. Internet: España, Pag. 32-35. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=las+simulaciones+en+la+ciencia&client=firefox-b&ei=jPwpYs7cNuayqtsP9p-4&start=40&sa=N&ved=2ahUKEwjO0vPO0rv2AhVmmWoFHfbPD-o4HhDy0wN6BAgBEEE&biw=853&bih=530&dpr=1.2>
16. Fundora, J, Carrera, L, García, PM. (2019), *Práctica de Laboratorio con simulador de dinámica de los fluidos*. Revista Órbita Científica: España, Pag. 04-22.



17. Ministerio de Salud Pública (Minsap). (2019), Anuario Estadístico de Salud 2019: Cuba, Pag. 76-82.
18. Ministerio de Salud Pública (Minsap). (2020), Anuario Estadístico de Salud 2020: Cuba, Pag. 83-94.
19. Sánchez, L; Toledo, G; Romero, T; Amable, Z; Sánchez, M; González, T. (2001), *Introducción a las*

- ciencias de la salud. Selección de temas*, Escuela Latinoamericana de Ciencias Médicas: Cuba, Pag. 45-52.
20. Camacho, M; López, LA; Rodríguez, M; Pérez, G; Sagredo, G; Acosta, R. (2001), *Curso Propedéutico de Medicina*. ESM-IPN: México, Pag. 78-85.