

**ÁREA:** Educación

**EJE TEMÁTICO:** Modelos y simulaciones en Física

## **APLICACIÓN DE MODELOS Y SIMULACIONES CIENTÍFICAS DIDÁCTICAS EN FÍSICA EN EL NIVEL SECUNDARIO**

Erica G. Zorrilla<sup>1</sup>, Ascensión Macías y Carla Maturano

<sup>1</sup> Becaria del CIN (convocatoria 2011) en el Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.). Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan. Av. I. de La Roza 230 oeste (5400). San Juan

E-mail: [ericagabriela@gmail.com](mailto:ericagabriela@gmail.com)

### **RESUMEN**

En este trabajo presentamos las investigaciones que fueron llevadas cabo en el marco de una beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas otorgada por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN). El proyecto se denominó “Estudio de modelos y simulaciones científicas didácticas en Física”. Hemos partido de considerar que los investigadores en educación en Física se han interesado cada vez más en las dificultades de los estudiantes en su aprendizaje cuando tienen que comprender modelos, analizar fenómenos y resolver problemas. La comprensión de los modelos científicos es imprescindible para comprender cómo se construye la Ciencia. En este estudio nos propusimos utilizar el programa Modellus, cargado en las netbooks distribuidas en las escuelas secundarias a través del Programa Conectar Igualdad para favorecer el aprendizaje de temas de Cinemática. La experiencia de trabajo se concretó en una escuela estatal de la ciudad de San Juan y los participantes fueron estudiantes de sexto año del ciclo orientado en Comunicación, Arte y Diseño. La experiencia se desarrolló en el espacio curricular de Matemática Aplicada.

Del análisis de los resultados obtenidos de la experiencia podemos inferir la incidencia positiva de las simulaciones usadas en el aprendizaje de Cinemática con la aplicación matemática que permite el modelo científico. En general, hemos encontrado una respuesta favorable de los estudiantes a acceder a trabajar en nuevas estrategias.

Esto nos permite recomendar el uso de las netbooks y especialmente la utilización de este software.

**Palabras claves:** modelos, simulaciones, aprendizaje de la Física, TIC, Modellus

## **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, los investigadores en educación en Ciencias se han interesado cada vez más en el papel de los modelos en la enseñanza y el aprendizaje (Gutiérrez y Pintó, 2005; Silva, 2007). Para Adúriz Bravo (2010), el término modelo se emplea en el lenguaje natural, en el sentido común y en la vida cotidiana con varios significados. El sentido que se le da a este término en las Ciencias ha ido cambiando a lo largo de la Historia de las Ciencias. Este autor, indagando el concepto de modelo teórico actual, ubica como referente al filósofo de la Ciencia Ronald Giere (1992) quien relaciona al modelo teórico sustantivamente con dos elementos: (1) el conjunto de recursos simbólicos que lo definen y (2) el mundo que modeliza, con el cual mantiene una relación que este autor llama similaridad. Analizado desde este punto de vista, el modelo es la representación que permite pensar, hablar y actuar con rigor y profundidad sobre el sistema estudiado. Los modelos teóricos no son sólo los altamente abstractos sino también las maquetas, las imágenes, las tablas, las redes y las analogías, siempre que habiliten a describir, explicar, predecir e intervenir (Adúriz Bravo, 2010).

Durante el aprendizaje, los estudiantes tienen dificultades para comprender modelos que se dan en Física para analizar fenómenos y resolver problemas (Macías y Maturano, 2004). Para comprender ciertos modelos de Física podemos recurrir a la realización de experimentos, donde se les permita a los estudiantes realizar predicciones y extraer conclusiones. Una de las formas en que el docente puede favorecer el aprendizaje de los estudiantes de modelos científicos escolares es mediante la realización de simulaciones que consisten en la puesta en funcionamiento de un modelo científico (Gutiérrez y Pintó, 2005). Las simulaciones ofrecen al estudiante la posibilidad de tratar varios aspectos del modelo representado a través de la computadora (Kofman, 2000). Este autor expresa que las simulaciones rigen el comportamiento del sistema presentado en forma de animaciones o mediante gráficos y brindan al estudiante el poder de manipular varios aspectos del modelo, ya que, un evento, un objeto o un fenómeno son representados a través de la computadora.

Actualmente mediante el Programa Conectar Igualdad del Ministerio de Educación de la Nación, se han facilitado netbooks a los estudiantes de las escuelas de nivel secundario brindando la posibilidad de la utilización de simulaciones con programas como Modellus, Phun o Forcepad para realizar tareas donde los estudiantes pueden llegar a ser más competentes en el estudio de situaciones físicas a través del modelado.

Por esto, es importante adaptar las clases de Ciencias a los cambios culturales, para lo cual deben incluirse modificaciones que utilicen recursos didácticos que ofrecen los nuevos medios (Aguilar, Maturano y Núñez, 2011). Estas autoras agregan que los entornos virtuales constituyen una verdadera posibilidad de innovación pedagógica que favorece la capacidad de aprender, la creatividad y el trabajo en equipo.

En función de lo expresado, hemos analizado los modelos y simulaciones científicas didácticas en Física, evaluando su incidencia en la construcción de conceptos disciplinares en estudiantes de nivel secundario. En este trabajo analizamos específicamente la interacción de los estudiantes con simulaciones de Cinemática a través del software Modellus.

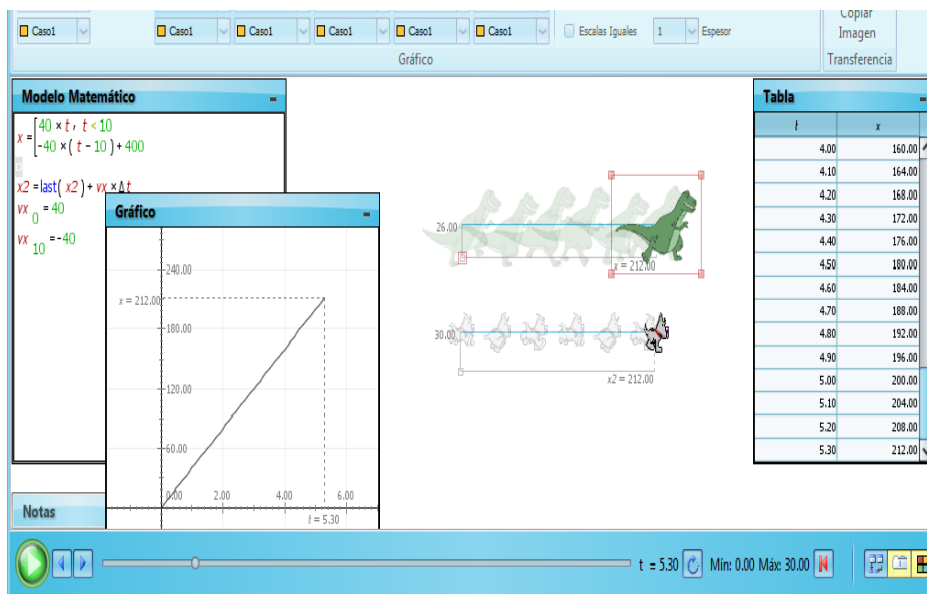
## **2.- DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

### **2.1. Objetivos y actividades**

De acuerdo a los objetivos que nos propusimos fuimos realizando las actividades previstas en el proyecto. Estas son:

*A) Análisis de los programas de simulación que se presentan en el Programa Conectar Igualdad y selección de uno de ellos para realizar la propuesta.*

Encontramos que el programa que más se ajustaba a nuestros objetivos era el software Modellus. El mismo consiste en un programa de simulación con el que es posible representar diferentes tipos de movimientos en Física como: movimiento rectilíneo uniforme, caída libre, etc. En la Figura 1 mostramos una de las simulaciones más utilizada en la experiencia ya que su adaptación ha permitido aplicar un modelo matemático, modificar y visualizar las variables involucradas en el estudio del movimiento a través de tablas y gráficos.



**Figura 1:** Análisis de un ejemplo de movimiento usando Modellus

B) *Diseño de los instrumentos áulicos que permitan estudiar la incidencia en el aprendizaje de las simulaciones en temas de Mecánica.*

Para esto realizamos diferentes actividades que han sido:

- Preparación de diferentes pruebas: pretest y postest, pruebas parciales, entre otras.
- Planificación de las diferentes actividades a concretar con los estudiantes (presentación del programa, acercamiento al software, trabajo en diferentes situaciones, etc.)

C) *Aplicación de los instrumentos diseñados en una muestra seleccionada de escuelas de nivel secundario de la provincia de San Juan que dispongan de las netbooks otorgadas por el Ministerio de Educación de la Nación.*

Las actividades que concretamos en esta etapa fueron:

- Selección del grupo de trabajo.
- Aplicación del pretest.
- Acercamiento de los alumnos al software, donde aprendieron nociones básicas acerca de su uso.
- Trabajo tanto con las simulaciones provistas por el programa, como con otras creadas y/o modificadas para tal fin.

- Lectura y análisis de gráficos de posición vs. tiempo, velocidad vs. tiempo, aceleración vs. tiempo.
- Evaluación de proceso y final mediante la aplicación del posttest.

*D) Análisis y verificación de los resultados obtenidos de la aplicación en el aprendizaje de los estudiantes del grupo seleccionado y evaluación de la incidencia de la utilización de simulaciones en el aprendizaje destacando los logros y las dificultades encontradas.*

Para esto hemos realizado:

- Análisis de los resultados.
- Evaluación mediante técnicas de análisis mixto y estadístico de los resultados.

*E) Divulgación de los resultados obtenidos.*

- Difusión de los resultados del proyecto (Zorrilla, 2012; Zorrilla, Macías y Maturano, 2012).
- Participación en actividades en el marco de la X Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología

## **2.2. Desarrollo de la experiencia**

El desarrollo de la experiencia se llevó a cabo en una escuela estatal de la ciudad de San Juan (Liceo Paula Albarracín de Sarmiento). Los participantes fueron un total de 25 estudiantes, de 6° año del ciclo orientado en Comunicación, Arte y Diseño. La asignatura en que se desarrolló la experiencia ha sido Matemática Aplicada. Se trabajó con el software especialmente en temas referidos a la relación y el análisis entre ecuaciones, tablas y gráficos de diferentes situaciones, referidas en forma transversal a cuestiones de Física (Cinemática) y de Matemática.

La primera clase consistió en un acercamiento de los alumnos al software, donde los estudiantes aprendieron nociones básicas acerca de su uso, teniendo una primera aproximación a las simulaciones provistas por el banco de datos del programa. En las clases sucesivas trabajaron tanto con las simulaciones provistas por el programa, como con otras creadas y/o modificadas. Hicimos principal hincapié en la lectura y análisis de gráficos de posición vs. tiempo, velocidad vs. tiempo, aceleración vs. tiempo. También realizaron actividades de lectura y uso de tablas de valores. Por otra parte, efectuamos evaluaciones parciales para replantear las actividades en función de los requerimientos que permitieran a los estudiantes construir el modelo científico.

## **2.3. Análisis y resultados de la experiencia**

*Pruebas de pretest y postest*

Nos ha interesado estudiar el grado de avance en la construcción de los modelos involucrados en la experiencia, y lo concretamos a través del diseño y aplicación de una prueba que utilizamos como pre y postest. Dicho instrumento de evaluación fue respondido individualmente por los estudiantes en lápiz y papel, con opciones múltiples, pero respuesta única que debían justificar. La justificación nos ha permitido determinar el modelo al cual se adecuaba el pensamiento de los estudiantes. La prueba consta de diferentes cuestiones validadas de investigaciones anteriores como: P.E.I.E.C.E (Lopez Rupérez y Palacios Gómez, 1988), Aprendizaje activo de la Cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria (Guidugli, Fernández Gauna y Benegas, 2004). Evaluamos la prueba diseñada previamente a su aplicación con el consenso de tres expertos.

Para el análisis cuantitativo de los datos obtenidos de estas pruebas, utilizamos el coeficiente de Hake, que confronta los resultados de pruebas de conocimientos (pretest y postest), a través de la denominada ganancia normalizada promedio  $\langle g \rangle$ .

$$\langle g \rangle = (\langle \text{Post} \rangle - \langle \text{Pre} \rangle) / (1 - \langle \text{Pre} \rangle)$$

Este índice permite comparar los resultados obtenidos en dichas evaluaciones con los siguientes criterios: gran ganancia ( $>0,7$ ), ganancia media ( $0,7 > g > 0,3$ ) y baja ganancia ( $< 0,3$ ).

Cada pregunta de la prueba busca indagar los conocimientos de los estudiantes en aspectos como:

Pregunta 1: Discernir cuál es el reconocimiento, en la respuesta con fundamentación, de un movimiento rectilíneo uniforme.

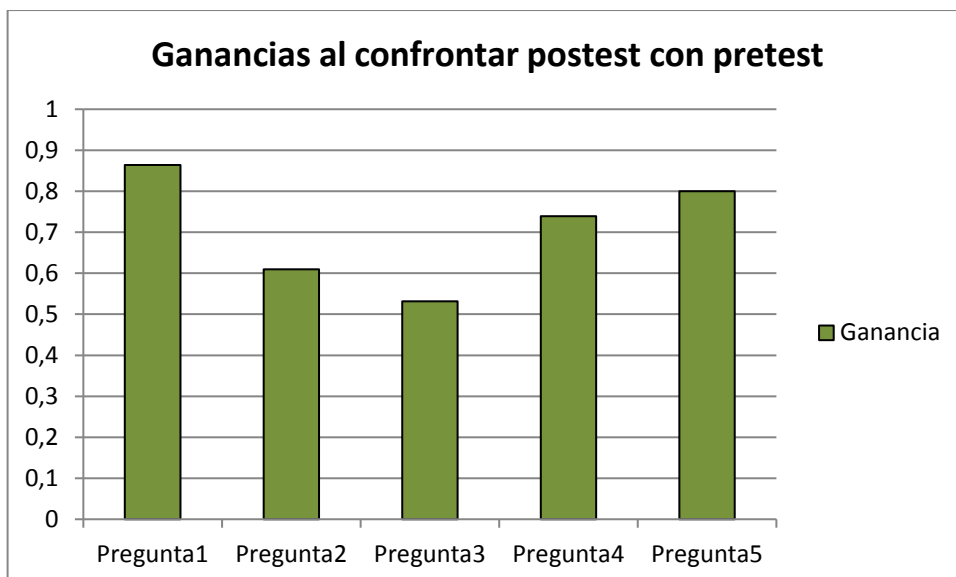
Pregunta 2: Poder reconocer un tiro vertical y calcular el desplazamiento logrado.

Pregunta 3: Establecer la afirmación correcta del tipo de movimiento al analizar una gráfica posición vs. tiempo.

Pregunta 4: Identificar una caída libre.

Pregunta 5: Asociar a partir de una tabla de valores la gráfica correspondiente.

Podemos observar en el Gráfico 1 los resultados obtenidos, según el criterio adoptado para evaluar la ganancia. Los mismos se ubican en ganancia media y gran ganancia.



**Gráfico 1:** Ganancias al confrontar postest con pretest.

De las numerosas variables que aparecen en este trabajo, nos hemos centrado especialmente en los estudiantes y el contexto donde se producen los aprendizajes. La interpretación de la incidencia de las simulaciones en el aprendizaje de los estudiantes nos permite estudiar los modelos que los mismos sostienen. Así, en la evaluación inicial pudimos detectar una gran dificultad para identificar e interpretar el movimiento rectilíneo uniformemente variado, la caída libre y el tiro vertical, lo que indica que no habían logrado construir los modelos científicos escolares correspondientes. Los resultados del postest mostraron un alto porcentaje de estudiantes que pudieron identificar los diferentes movimientos y fueron capaces de aplicar las ecuaciones de la Cinemática relacionadas con los modelos mencionados.

### 3.- CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman nuestra hipótesis de trabajo donde explicitamos que la utilización de simulaciones que presentan los programas de computadora, como Modellus, favorece el aprendizaje de conceptos de Mecánica en estudiantes de nivel secundario. Los resultados encontrados muestran que la aplicación del software de simulación favoreció los aprendizajes. Esto indicaría que las simulaciones que presenta el programa Modellus contribuyeron a la construcción de los modelos de Cinemática en los estudiantes de la muestra.

En general hemos encontrado una respuesta favorable de los estudiantes a acceder a trabajar en nuevas estrategias. Esto nos permite recomendar a los docentes el uso de las netbooks y especialmente la utilización de software de simulación.

#### 4.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz Bravo, A. (2010). Hacia una didáctica de las ciencias experimentales basada en modelos. *II Congr s Internacional de Did ctiques*. Girona-Espaa.
- Aguilar, S.; Maturano, C. y N nez, G. (2011).  De qué manera podemos usar simulaciones de experimentos en el aula de Ciencias Naturales? Una propuesta referida a las leyes de los gases. En comp. de Maquilón Sánchez, J. J.; García Sanz, M. P. y Belmonte Almagro, M. L. *Innovación educativa en la enseñanza formal*. Edit.com: Universidad de Murcia, Espaa. pp. 261-269.
- Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Original en inglés de 1988.
- Gutierrez, R. y Pintó, R. (2005). Relaciones entre simulaciones y modelos. Análisis de simulaciones científicas didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra. VII Congreso. <http://coleccion1a1.educ.ar/experiencias-publicadas-por-los-usuarios?exp=217>
- Kofman, H. A. (2000). Modelos y Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física. *Revista Educación en Física*, 6, pp. 13-22.
- Lopez Rupérez, F. y Palacios Gómez, C. (1988). *La exigencia cognitiva en Física Básica. Un análisis empírico*. Ministerio de Educación y Ciencia. CIDE. Espaa.
- Macías, A. y Maturano, C. (2004)  Qu  dificultades tienen los alumnos para escribir sobre contenidos de Física? *Tarbiya*, 35, pp. 85-105.
- Silva, C. C. (2007). The Role of Models and Analogies in the Electromagnetic Theory: a Historical Case Study. *Science & Education*, 16, pp. 835-848.
- Zorrilla, E. G. (2012). Estudio de modelos y simulaciones en Física. *Akana, la comunidad docente*. <http://akana.infed.edu.ar/blog/owner/ericagabriela>
- Zorrilla, E. G.; Macías, A. y Maturano, C. I. (2012). *Uso de Modellus en temas de Cinemática*. <http://coleccion1a1.educ.ar/experiencias-publicadas-por-los-usuarios?exp=217>