

La enseñanza y el aprendizaje de la energía y sus transformaciones con una simulación

Recibido: 1 Agosto 2013 – Revisado: 30 Septiembre 2013

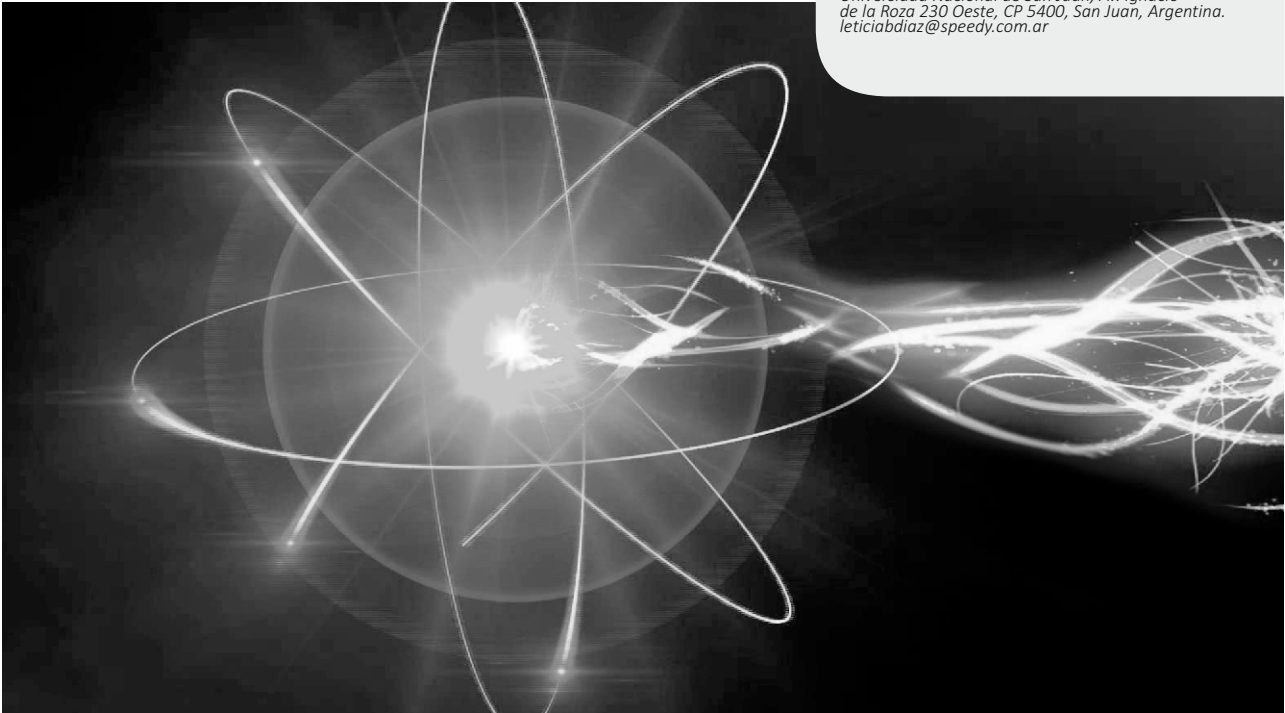
Aceptado: 30 Octubre 2013 – Publicado: 30 Diciembre 2013

Susana Beatriz Pandiella

1 Profesor Adjunto, Instituto de Investigaciones en Educación de las Ciencias Experimentales (IIECE). Departamento de Física y de Química. Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Roza 230 Oeste, CP 5400, San Juan, Argentina | spandiella@yahoo.com

Leticia Beatriz Díaz

Profesor Asociado, Instituto de Investigaciones en Educación de las Ciencias Experimentales (IIECE). Departamento de Física y de Química. Universidad Nacional de San Juan, Av. Ignacio de la Roza 230 Oeste, CP 5400, San Juan, Argentina. leticiabdiaz@speedy.com.ar



Resumen: El objetivo de esta comunicación es relatar la implementación de una secuencia de enseñanza que utiliza un software abierto (simulación) para facilitar el aprendizaje de la energía y sus transformaciones, así como también de las competencias y habilidades científicas relacionadas con dichos conceptos, por parte de estudiantes de una escuela secundaria. Del análisis de los resultados puede inferirse que la simulación utilizada constituyó un valioso asistente para la enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos y habilidades científicas. La simulación actuó como mediadora entre el modelo físico y el estudiante para construir conceptos y procedimientos aceptados por la Ciencia, con la guía y la orientación del profesor.

Palabras clave: aprendizaje; energía; enseñanza; educación secundaria; simulación.

Abstract: The aim of this paper is to describe the implementation of a teaching sequence that uses open software (simulation) to facilitate the learning of energy and its transformations as well as scientific competencies and skills related to these concepts by students of a secondary school. An analysis of the results it can be inferred that the simulation was a valuable assistant used for teaching and learning these concepts and science skills. The simulation acted as a mediator between the physical model and the student to construct concepts and procedures accepted by Science, under the guidance and orientation of the teacher.

Key words: learning; energy; education; secondary education; simulation

1. INTRODUCCIÓN

El alto grado de abstracción que poseen algunos conceptos de física hace que el uso de simulaciones en su enseñanza sea adecuado y efectivo para lograr la comprensión de los mismos; así, se produce un acercamiento entre el discurso científico y el cotidiano.

La energía es un concepto estructurante de la Física y como tal, es importante su comprensión para que los estudiantes puedan entender varios fenómenos físicos. A su vez, la energía y sus transformaciones son conceptos abstractos que conllevan dificultades para su aprendizaje. Una manera de facilitar el modelaje de éstos por parte de los alumnos, es utilizar simulaciones que median entre el modelo físico y el estudiante. Éste, guiado y orientado por el profesor, tiene un papel activo en el proceso de aprendizaje al controlar y utilizar el software para construir conceptos y procedimientos aceptados por la Ciencia. La intervención didáctica que presentamos forma parte de un proyecto de investigación de la Universidad Nacional de San Juan. Ella otorga un gran protagonismo a la utilización de recursos educativos abiertos (REA) en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos físicos en el nivel secundario.

En esta comunicación se informan los resultados obtenidos en los aprendizajes del concepto de energía y sus transformaciones logrados por los estudiantes, así como también, de las siguientes competencias y habilidades científicas al utilizar una simulación: establecer relaciones entre los diferentes conceptos, interpretar datos, interpretar gráficos, resolver problemas, controlar variables y utilizar adecuadamente el lenguaje científico (Martín et al., 2008).

2. ANTECEDENTES

Actualmente, la sociedad basada en la información transita hacia una nueva sociedad constituida en el

conocimiento, que le demanda a las instituciones educativas, la efectiva administración y gestión de sus activos intelectuales representados por recursos de información y de conocimiento (Burgos, 2010). La educación debe incorporar, en sus prácticas pedagógicas, recursos educativos que utilicen las nuevas tecnologías. Parte de ellos son los recursos educativos abiertos (REA) que la fundación William and Flora Hewlett Foundation define como: "Recursos destinados para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación que residen en el dominio público o que han sido liberados bajo un esquema de licenciamiento que protege la propiedad intelectual y permite su uso de forma pública y gratuita o permite la generación de obras derivadas por otros. Los Recursos Educativos Abiertos se identifican como cursos completos, materiales de cursos, módulos, libros, video, exámenes, software y cualquier otra herramienta, materiales o técnicas empleadas para dar soporte al acceso de conocimiento" (Atkins et al., 2007).

Entre los REA, se encuentra un número importante de simulaciones sobre variadas temáticas. Éstas permiten a los alumnos obtener conocimientos de carácter conceptual, procedimental y actitudinal. Las simulaciones desempeñan funciones informativas y contribuyen a mejorar la adquisición de conocimientos, porque facilitan el acceso a contenidos educativos, presentan todo tipo de información a través de imágenes, sonidos y videos (carácter conceptual). También sirven de base para el aprendizaje de procedimientos científicos y para el desarrollo de destrezas intelectuales de carácter general, como la interpretación de gráficos, la elaboración y contrastación de hipótesis y la resolución de problemas (Garza et al., 2010).

El lenguaje gráfico es uno de los principales códigos que los alumnos deben aprender para hacer Ciencias. Esta demanda no sólo viene de las clases de Ciencias y Matemáticas, sino también de otras áreas y de la propia vida cotidiana. Al respecto Roth (2002) afirma

que ser un individuo alfabetizado científicamente significa ser capaz de decodificar y reconstruir esas formas de comunicación. Es frecuente que los alumnos reciban la información en un formato o código (verbal, numérico, analógico, gráfico, etc.) y deban traducirla a un mismo código (traducción intracódigo) o a un código diferente del original (decodificación o traducción intercódigo) (Pozo y Postigo, 2000).

Así también, Lemke (1997) reconoce que "...si la meta de la educación científica es capacitar a los alumnos para el uso de las formas de razonamiento y acción que constituye la práctica científica, si los medios de comunicación que empleamos para la enseñanza y si la naturaleza de los conceptos científicos que esperamos que los alumnos aprendan a utilizar son en todos los casos integraciones complejas del lenguaje, las matemáticas, las representaciones visuales y las acciones prácticas, es importante que en nuestra enseñanza, prestemos mucha más atención a todos los lenguajes de la ciencia".

Las simulaciones no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos reales en un laboratorio, pero pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la Ciencia. La interactividad entre la simulación y los alumnos les permite a ellos reestructurar sus modelos mentales, al comparar el comportamiento de los modelos con sus previsiones (López y Morcillo, 2007).

Blanchard, Harris y Hofer (2011) elaboraron una taxonomía donde han identificado cuarenta tipos de actividades de Ciencias Naturales. Veintiocho apuntan a ayudar a los estudiantes a construir sus conocimientos de conceptos (diecisiete) y procedimientos (once) en Ciencias Naturales. Los doce tipos restantes describen actividades que facilitan la expresión de conocimientos de los estudiantes.

Para una simulación son ejemplos de tipos de actividades de construcción de conocimientos conceptuales: participar en una simulación (en la que los estudiantes interactúan con simulaciones en vivo o digitales que les permiten explorar contenidos científicos) y secuenciar procedimientos (donde los estudiantes ordenan la secuencia de procedimientos para recolectar datos relevantes).

Para la construcción de conocimientos procedimentales, los tipos de actividades previstas por esta taxonomía son: llevar a cabo procedimientos (los estudiantes realizan ensayos o cumplen los pasos de investigaciones) y recolectar datos (los estudiantes recogen datos con objetos físicos o simulaciones) (Blanchard et al., 2011).

Para trabajar las TIC con los alumnos de Educación Secundaria (Martín et al., 2008), pudieron seleccionar las siguientes competencias y habilidades científicas: reconocer los procedimientos científicos, establecer relaciones entre los diferentes conceptos, comparar diferentes procedimientos científicos, interpretar datos, interpretar gráficos, resolver problemas, diseñar experimentos, formular hipótesis, controlar variables, predecir, identificar cuestiones, obtener conclusiones y utilizar adecuadamente el lenguaje científico.

3. METODOLOGÍA

El objetivo de la presente investigación cualitativa de tipo exploratoria fue utilizar un REA para facilitar el modelaje de la energía y sus transformaciones por parte de alumnos de escuela secundaria. Se utilizó el Modelo 1 a 1, que propicia la interacción individual del estudiante con su computadora, en este caso, durante tres horas.

El trabajo de campo se desarrolló con una muestra integrada por veintiún alumnos de cuarto año de una escuela estatal de gestión pública de nivel secundario de San Juan, Argentina, de la modalidad Economía y Gestión de las Organizaciones.

Se elaboró e implementó una secuencia de enseñanza entramando a la misma el uso de un software abierto de la Universidad de Colorado de Estados Unidos (PhET, 2011). La Figura 1 muestra una captura de pantalla del simulador utilizado.

El instrumento diseñado para la recolección de los datos consistió en una guía de trabajo que proponía diversas actividades con el simulador y cuyos resultados debían volcarse en la misma. Las actividades de la guía se focalizaron en abordar el concepto de energía y sus transformaciones, sin fricción (primera parte) y con fricción (segunda parte), utilizando las diferentes opciones de la simulación.



Figura 1. Captura de la pantalla inicial del simulador utilizado.

Estas opciones presentan la información en diferentes formatos gráficos. Ellas son: gráfico de barras, gráfico circular, cuadrícula y velocidad. Para cada opción se estipularon en la guía ciertas condiciones iniciales. El estudiante debía observar la simulación del fenómeno, describirlo, interpretarlo y realizar las actividades previstas, utilizando un formato de pista preestablecido. Luego, los estudiantes utilizaron libremente las otras pistas de la simulación.

Posteriormente, se evaluaron los conocimientos de los alumnos mediante una prueba de lápiz y papel que presentaba problemas y preguntas con las tres pistas contenidas en la simulación.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Guía de actividades

Se informa a continuación, a modo de ejemplo, los resultados de las opciones que presentan la información en el formato “Gráfico de barras” cuando se trabaja sin fricción (Figura 2) y con fricción (Figura 3). Ambas figuras presentan los resultados porcentuales de alumnos cuyas respuestas se agruparon en las categorías: Correcta (C), Aceptable (A), Incorrecta (I) y No contesta (NC). Se consideró respuesta Correcta cuando la misma coincide íntegramente con el discurso científico y Aceptable, cuando su coincidencia es parcial.

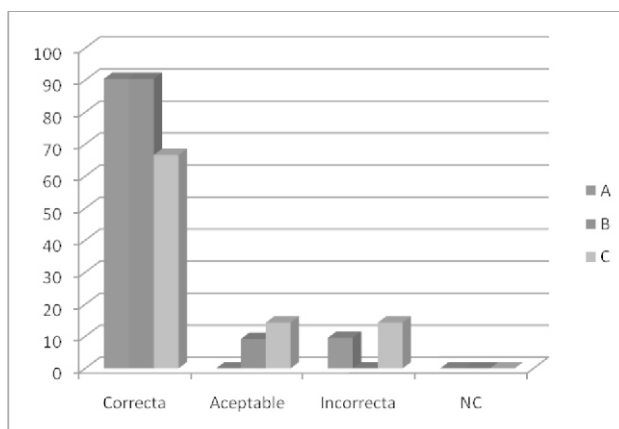


Figura 2. Resultados porcentuales para la opción “Gráfico de barras” en función de las categorías de respuestas para tres ítems: A (cambio en la energía potencial), B (cambio en la energía cinética) y C (cambio en la energía total).

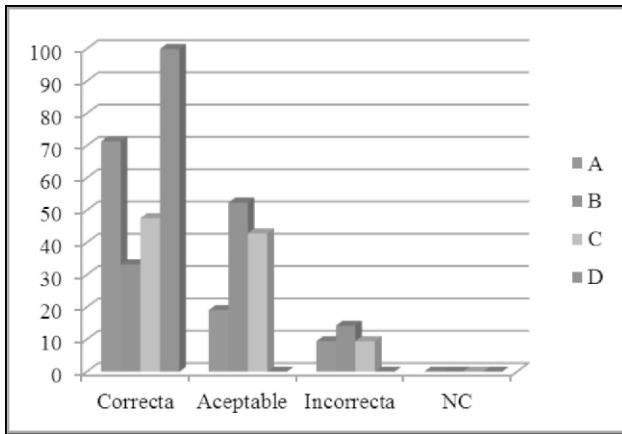


Figura 3. Resultados porcentuales para la opción "Gráfico de barras" en función de las categorías de respuestas para cuatro ítems: A (cambio en la energía potencial), B (cambio en la energía cinética), C (cambio en la energía térmica) y D (cambio en la energía total).

Para el formato "Gráfico de barras", los alumnos deben describir lo que observan directamente de la pantalla. Igual situación se presenta al preguntarles sobre el cambio en la energía cinética (Figura 4) al utilizar el formato "Velocidad".

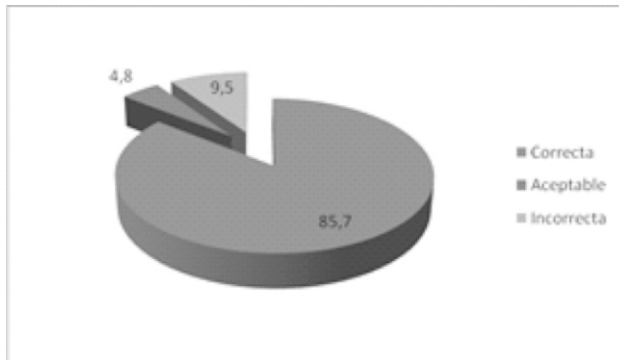


Figura 4. Resultados porcentuales para la opción "Velocidad" en función de las categorías de respuestas para describir el cambio de la energía cinética.

En cambio, en este último formato, para poder responder sobre la energía potencial (Figura 5), el alumno debe inferir a partir de lo que observa en la simulación.

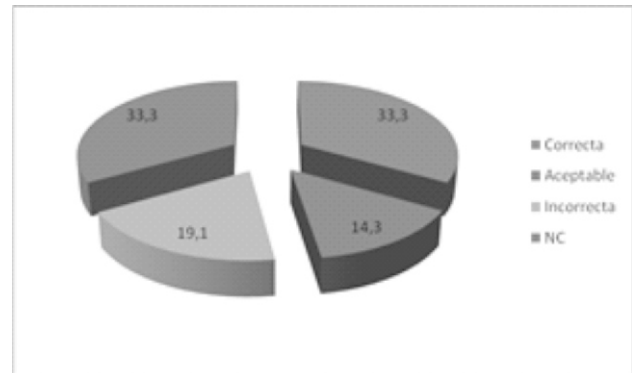


Figura 5. Resultados porcentuales para la opción "Velocidad" en función de las categorías de respuestas para describir el cambio de la energía potencial.

En los estudiantes se detecta una marcada dificultad en la producción del texto escrito, cualquiera sea el formato gráfico de la simulación utilizado.

Un aspecto que colabora con la modelación del concepto científico mediado por la simulación es el hecho que el estudiante deba observar la simulación del fenómeno, describirlo e interpretarlo.

Del análisis de los resultados, puede inferirse que la lectura de la información en diversos formatos no reviste dificultad para los alumnos (traducción intracódigos), pero sí en la comunicación de la misma con rigurosidad científica (traducción intercódigos, del lenguaje gráfico al verbal).

4.2 Prueba de lápiz y papel

Se informan, a continuación, los resultados obtenidos por los alumnos en la prueba de lápiz y papel. El primer ítem estuvo dividido en dos partes, donde se evaluaron las habilidades científicas desarrolladas por los estudiantes relacionados con la traducción de la información en los distintos formatos gráficos presentes en el simulador. En la parte a del ítem, se presentan cuatro situaciones y el alumno debe dibujar los gráficos de barras de las diferentes energías involucradas, en la Figura 6 se muestra una de ellas.

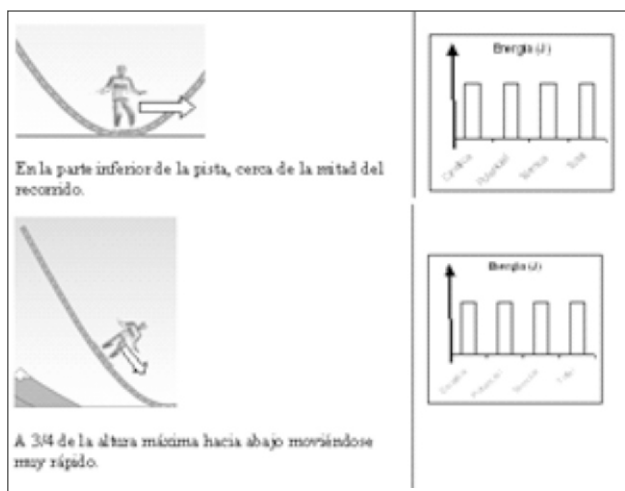


Figura 6. Ítem 1a: Para cada una de las siguientes situaciones, dibuje el gráfico de barras de las energías correspondientes a cada posición del patinador.

En la parte b del ítem 1, se les presentan cuatro situaciones en las que se solicita que ubiquen la posición del patinador a partir de una configuración de energías mostrada en un diagrama de barras. En la Figura 7 se presenta una de ellas.

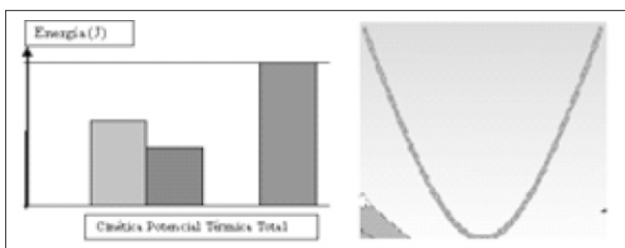


Figura 7. Ítem 1b: Indique con una X el lugar de la pista donde se encontraría el patinador en correspondencia al diagrama de barras de energía que se muestra a continuación.

Los resultados obtenidos para el ítem son: un promedio de 75% de respuestas correctas, divididas en un 85% para la parte a y un 65%, para la parte b. Por lo anterior, reviste una mayor dificultad para los alumnos el tener que ubicar la posición del patinador en la pista a partir de la configuración de energías.

En los ítems dos y tres de la prueba se solicitan cálculos a partir de una situación dada. Las figuras 8 y 9 muestran cada una de ellas.

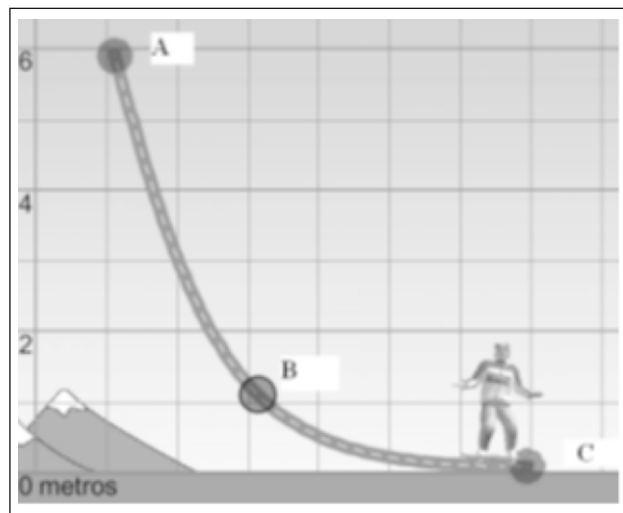


Figura 8. Ítem 2: El patinador de 45 kg de masa se desliza por la pista N° 1, como indica la figura. Si despreciamos la fricción entre los patines y la rampa, calcule: a) La energía potencial en A, b) La energía cinética en A, c)

La energía Potencial en B, d) El trabajo realizado por la fuerza de gravedad desde que partió el patinador (punto A) hasta que llegó al suelo (punto C). Utilice el Teorema del Trabajo y la Energía Potencial y e) La energía Mecánica en A, en B y en C.

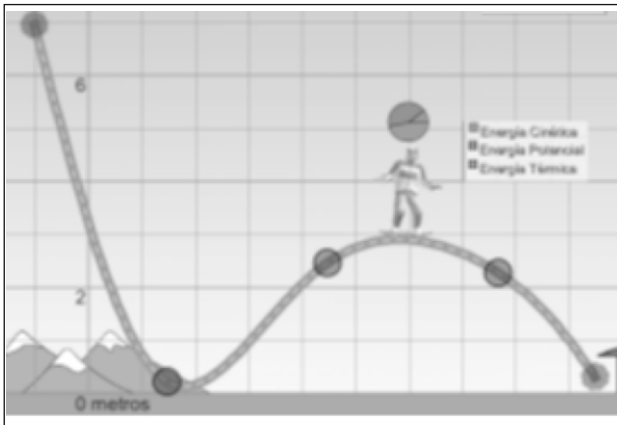


Figura 9. Ítem 3: Ahora, el patinador se desliza por la pista Nº 2, que posee fricción, tal como muestra la figura. El gráfico circular representa la energía total como suma de las tres energías que se ponen en juego. Calcula: a) La energía total o mecánica a los 7 m de altura y b) La energía potencial y cinética en el instante que muestra la figura (altura 3m). Sabiendo que la energía disipada como Calor o energía térmica vale: $ET= 1500 \text{ J}$.

Los resultados obtenidos para el ítem 2 son: el 100% de las respuestas fueron correctas. Para el ítem 3a y el 3b, el porcentaje de respuestas correctas es de 76% en ambos casos.

Un recurso metodológico muy eficaz para habituar a los alumnos en la activación y uso estratégico de los conocimientos conceptuales es enfrentarlos a tareas o problemas cualitativos (Pozo y Postigo, 2000). Es de destacar que el uso del simulador permite abordar primero los contenidos físicos en forma conceptual e intuitiva y a partir de su comprensión e internalización, mediante problemas cualitativos, se promueve el desarrollo de las habilidades científicas relacionadas con la resolución de problemas cuantitativos. El simulador utilizado constituyó un valioso asistente para la enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos, ya que facilitó su comprensión por parte de los estudiantes.

El empleo de la simulación permitió abordar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos con un alto grado de abstracción y las competencias y habilidades de la Física relacionadas con ellos. Especialmente, en esta investigación, la simulación utilizada fue útil para reproducir fenómenos de la vida real que por su escala,

resultan imposibles de ser reproducidos en el aula. El uso de la simulación posibilitó a los estudiantes abordar tareas o problemas cualitativos activando y haciendo un uso estratégico de los conocimientos conceptuales. Este tipo de problemas sirven para que los estudiantes relacionen el modelo científico con los fenómenos que explican.

Los resultados obtenidos en esta experiencia permiten afirmar que las simulaciones no deben ser un elemento aislado de la actividad docente, sino un factor integrador, sistémico y ordenado de la misma, para constituirse en verdaderas mediadoras del aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS: A la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, que financió la realización de la investigación. Estudiantes utilizaron libremente las otras pistas de la simulación. Posteriormente, se evaluaron los conocimientos de los alumnos mediante una prueba de lápiz y papel que presentaba problemas y preguntas con las tres pistas contenidas en la simulación.

REFERENCIAS

Review of the Open Educational Resources (OER) Movement: Achievements, Challenges, and new opportunities. Fundación William y Flora Hewlett. Recuperado de:
<http://www.hewlett.org/programs/education-program/open-educational-resources>

Burgos Aguilar, J. V. (2010). Diseminación digital de Recursos Educativos Abiertos y potencial aprovechamiento. XI Encuentro Internacional Virtual Educa, Santo Domingo, República Dominicana. Recuperado de:
http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/ci_26.pdf

Garza Arias, A. V., Hernández López, I. y Santiago González, X. E. (2010). Uso de REA para un mejor aprendizaje de las Ciencias Naturales. En M. S. Ramírez Montoya y J. V. Burgos Aguilar (Coord.), Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología. Innovación en la Práctica Educativa (pp. 242-257). México: ITESM. Recuperado de:
<http://catedra.ruv.itesm.mx/bitstream/987654321/566/8/ebook>

Martín, P., Sierra, L., Pérez de Landazábal, M^a del C., Freire, A., Vilela, C. y Cruz, N. (2008). Un proyecto europeo: competencia comunicativa y tics. Herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ciencias. Recuperado de
http://redaberta.usc.es/aidu/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=305&Itemid=8.

Pozo J. I. y Postigo Angón, Y. (2000). Los procedimientos como contenidos escolares. Uso estratégico de la información (pp. 47-92). Barcelona: Edebé.

Roth, W. M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. Enseñanza de las Ciencias, 20 (2), 195-208.