

Secuencia didáctica sobre energía con inclusión de REA

Secuencia didáctica sobre energía con inclusión de REA

Leticia Beatriz Diaz
leticiabdiaz@speedy.com.ar
Universidad Nacional de San Juan,
Argentina

Susana Beatriz Pandiella
spandiella@yahoo.com¹
Universidad Nacional de San Juan,
Argentina

Resumen

La energía es un concepto estructurante de la Física, vinculada a la comprensión de innumerables fenómenos físicos. La energía y sus propiedades son conceptos abstractos que conllevan dificultades para su aprendizaje. El objetivo de la experiencia realizada fue develar las representaciones mentales que generan los alumnos de escuela secundaria al utilizar una simulación para modelar el concepto de energía y sus propiedades. Para ello, se implementó una secuencia didáctica elaborada para tal fin, utilizando un software abierto. Del análisis de los resultados puede inferirse que la simulación constituyó un valioso asistente para generar representaciones mentales cercanas a los modelos conceptuales de la Física, ya que actuó como mediadora entre el modelo físico y el estudiante.

Palabras clave: secuencia didáctica, energía, simulación, representaciones mentales.

Abstract

Energy is a structuring concept of physics related to the understanding of many physical phenomena. Energy and its properties are abstract concepts that entail difficulties for their learning. The aim of the experiment conducted was to unveil the mental representations that generate secondary school students to use a simulation to model the concept of energy and its properties. For this a teaching sequence developed for this purpose was implemented using an open software. An analysis of the results it can be inferred that the simulation was a valuable assistant to generate mental representations close to conceptual models of physics as it acted as a mediator between the physical model and the student.

Keywords: didactic sequence, energy, simulation, mental representations.

¹ L. B. Díaz y S. B. Pandiella agradecen a las autoridades del Colegio Provincial de Rivadavia, dependiente del Ministerio de Educación de San Juan, República Argentina por permitir realizar el trabajo de campo con alumnos de esta institución.

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, produciendo un acercamiento entre el discurso científico y el cotidiano. Una forma de evaluar dicha aproximación es analizar las representaciones mentales que construyen los estudiantes del cuarto año de una escuela estatal de gestión pública de Nivel Secundario de la provincia de San Juan, Argentina, en el aprendizaje de la energía y sus propiedades mediante una simulación.

Marco Teórico

Acerca de la energía y sus propiedades

La enseñanza de la Física en el nivel secundario aborda, entre otros temas, la energía. Éste es un concepto estructurante de la Física y, como tal, es importante su comprensión para que los estudiantes puedan entender varios fenómenos físicos. Solbes y Tarín (2008) puntualizan que:

... la energía es una magnitud que se asocia al estado de un sistema, que permite analizar los cambios o transformaciones —no sólo mecánicos— a los que está sometido en su evolución temporal, y que se caracteriza porque se conserva y se transforma en los sistemas aislados, se transfiere entre sistemas no aislados y siempre se degrada en dicha evolución temporal (p. 178).

Por lo anterior, para la comprensión profunda del concepto de energía se deben tener presentes cuatro propiedades fundamentales: *transformación*, *conservación*, *transferencia* y *degradación*. La manera en cómo se aborda en la escuela el concepto de energía mecánica activa los esquemas de transformación y de conservación de la energía. De acuerdo con las investigaciones realizadas por Duit (1981, 1984 citados en Solbes y Tarín, 1998), la *transferencia* y la *degradación* apenas se utilizan. Es complejo para los estudiantes entender el concepto de gasto de energía sin conocer su *degradación* (Duit, 1987b; Brook y Wells, 1988 citados en Solbes y Tarín, 1998).

Con las propiedades de *transformación, conservación y transferencia*, como ya se ha mencionado, no está completa la descripción de energía. Para ello es necesario que el estudiante comprenda que en la naturaleza hay procesos irreversibles, los cuales, si sólo existiese el principio de conservación de la energía, se podrían verificar en ambos sentidos, pero en realidad evolucionan en un solo sentido, debido a la degradación de la energía (Solbes y Tarín, 1998).

Los materiales curriculares de nivel secundario no suelen presentar en mecánica la degradación de la energía. Para interpretar problemas en los que interviene el rozamiento se utilizan expresiones del tipo “el trabajo se convierte en calor”, “la energía se disipa” o similares. Por otra parte, los medios de comunicación transmiten una idea de consumo de la energía, de agotamiento o crisis, muy diferente de la idea de *conservación* que se considera en la ciencia, aparente paradoja que se resuelve fácilmente con la idea de *degradación* (Solbes y Tarín, 2004). La energía y sus propiedades son conceptos abstractos que conllevan dificultades para su aprendizaje.

Acerca de las simulaciones

Actualmente la sociedad basada en la información transita hacia una nueva sociedad basada 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 (Aguilar, 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 en el reporte de la fundación William and Flora Hewlett Foundation, Atkins *et al.* (2007) los definen 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 (p. 4).

Entre los REA se encuentran un número importante de simulaciones sobre variadas temáticas. Para Levy (2007) las simulaciones ocupan un lugar central entre los nuevos modos de conocimiento generados por la cibercultura y favorecen nuevos estilos de razonamiento y de conocimiento. Para este autor, “las técnicas de simulación, en particular las que ponen en juego imágenes interactivas, no reemplazan los razonamientos humanos sino que prolongan y transforman las capacidades de imaginación y de pensamiento” (Lévy, 2007, p. 138). Las simulaciones permiten a los alumnos obtener conocimientos de carácter conceptual, procedimental y actitudinal. Desempeñan funciones informativas y contribuyen a mejorar la adquisición de conocimientos, porque facilitan el acceso a contenidos educativos presentando todo tipo de información a través de imágenes, sonidos y videos (carácter conceptual). También sirven de base para el aprendizaje de procedimientos científicos y al desarrollo de destrezas intelectuales de carácter general, como la interpretación de gráficas, la elaboración y contrastación de hipótesis y la resolución de problemas (Garza Arias, *et al.*, 2010).

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 (Pozo y Postigo Angón, 2000). Las simulaciones permiten la formulación, exploración y aprendizaje de un gran número de hipótesis y de nuevos modelos mentales, emocionales y experienciales (López García y Morcillo Ortega, 2007; Márquez, 2010). 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 (p. 182).

En síntesis, es recomendable el uso de simulaciones integradas a las propuestas experimentales para que los estudiantes comprendan mejor la función de los modelos físicos, conozcan sus limitaciones y les sirva tanto para aumentar sus conocimientos como para la resolución de problemas (Rodríguez, *et al.*, 2009).

Acerca de la inclusión de TIC para el desarrollo de habilidades científicas

Para trabajar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (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.

Blanchard, Harris y Hofer (2011) elaboraron una taxonomía donde han identificado 40 tipos de actividades de Ciencias Naturales, con su descripción y las posibles tecnologías que permitirían llevarlas a cabo. De éstas, 28 apuntan a ayudar a los estudiantes a construir sus conocimientos, de conceptos (17) y de procedimientos (11) en Ciencias Naturales. Los 12 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* (donde 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 previstos 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).

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, etcétera) y deban traducirla a un mismo código (traducción intracódigo) o a un código diferente del original (decodificación o traducción intercódigo) (Pozo y Postigo Angón, 2000).

Acerca de las representaciones mentales

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje se define como un proceso abierto, de reorganización continua, donde lo nuevo se elabora a partir de lo viejo, ya sea mediante pequeños ajustes de dichos sistemas de ideas (reestructuración débil) o bien mediante ajustes más amplios (reestructuración más fuerte). Desde este punto de vista, el aprendizaje es entendido como un cambio en las estructuras conceptuales (Benarroch, 2001). Este cambio supone considerar que, para un determinado contenido, son posibles diferentes niveles de formulación o niveles explicativos (Díaz, *et al.*, 2011).

Se puede plantear que el aprendizaje se logra mediante un proceso recursivo que, según Plasencia Cruz (2000), consta de diferentes etapas. Primero, cuando una persona se enfrenta a un problema o concepto nuevo se construye una representación mental (interna al sujeto), ésta puede externalizarse mediante un dibujo o esquema (representación externa o imagen). Posteriormente, se vuelve a razonar, tomando como punto de partida el dibujo y se construye una imagen más sofisticada, que permite construir un dibujo más elaborado y se repite el proceso.

Johnson-Laird en 1983 enuncia su Teoría de los modelos mentales, siendo estos representaciones internas que actúan como puentes entre el sujeto (la mente) y el mundo con el que interactúa. Es necesario un puente o un intermediario entre el sujeto y su realidad, entre la mente y el mundo, porque es imposible aprehenderlo todo y de manera directa. Surge así la idea de representación como forma de captar aquellos elementos del mismo que nos resulten relevantes (Rodríguez Palmero, 2008).

Moreira, *et al.* (2002) señalan una distinción entre el *sistema* o fenómeno natural, el *modelo conceptual* del sistema o fenómeno natural y el *modelo mental* del mismo. Los modelos conceptuales son simplificaciones, recortes de la realidad *que sirven para explicarla*; contruidos, enseñados y aprendidos por sujetos que operan cognitivamente con modelos mentales. Los modelos conceptuales son representaciones externas que se caracterizan por ser precisos, completos y consistentes con el conocimiento validado por la comunidad científica. A su vez, Moreira y Greca (2002) distinguen también entre modelo físico y modelo conceptual, en el sentido de que éste sería una especie de “versión didáctica” de aquél.

Los modelos mentales son incompletos, imprecisos, limitados y no necesariamente correctos desde el punto de vista científico. Son funcionales porque son representaciones que permiten al sujeto explicar y predecir ante una nueva situación, aunque no siempre desde una perspectiva científicamente aceptada. El docente, cuando enseña un contenido físico, lo hace dando a conocer un modelo conceptual que muchos alumnos no reconocen como tal —muchos de ellos suponen que es el fenómeno real—, a partir del cual cada

alumno genera un modelo mental que es interno, tomando las características que considera más relevantes y muchas veces está alejado del modelo conceptual presentado. Rodríguez Palmero (2008) sostiene que, desafortunadamente, en las clases de Ciencias el alumnado tiende a trabajar con proposiciones aisladas (ecuaciones, leyes y definiciones) memorizadas de manera literal y arbitraria. Dichas representaciones están articuladas en modelos conceptuales y exigen, por parte de quienes quieren comprenderlas, la construcción de modelos mentales. Sin este proceso, esas representaciones proposicionales carecen de significado, ya que sólo pueden adquirirlo a la luz de modelos mentales.

En función de lo expuesto anteriormente, se considera que una manera de facilitar el modelaje por parte de los alumnos, de la energía y de los conceptos asociados 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.

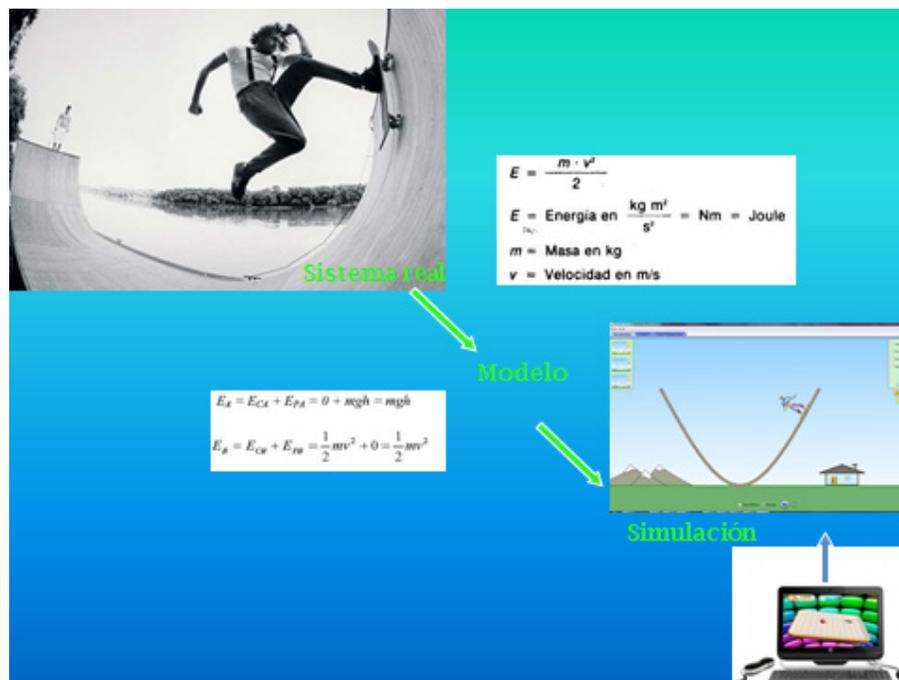
Metodología

En la presente investigación cuantitativa de tipo exploratoria se utilizó un REA para facilitar el modelaje de la energía y sus propiedades por parte de alumnos de una escuela secundaria. Se empleó el Modelo 1 a 1 que propicia la interacción individual del alumno con su computadora, enmarcada en el eje o línea de trabajo: educar con materiales multimedia (Sagol, 2012). El trabajo de campo se desarrolló durante cuatro horas áulicas en una escuela estatal de gestión pública de Nivel Secundario de San Juan, Argentina, de la modalidad Economía y Gestión de las Organizaciones. La muestra estuvo integrada por 21 alumnos de cuarto año cuya edad promedio era de 15.6 años.

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 secuencia comienza con un encuentro donde los alumnos tienen un primer acercamiento a los conceptos sobre las diferentes clases de energía. La Figura 1 muestra una composición del proceso de simulación: un sistema real (que se simula) junto al modelo físico matemático que lo explica o fundamenta y a la captura de pantalla del simulador utilizado.



Figura 1. Simulación de un patinador deslizándose



Fuente: Elaboración propia.

El instrumento diseñado para la recolección de los datos consistió en una guía de trabajo con una actividad previa a la interacción con la simulación, adaptando lo propuesto por Schade (2012), en la que se solicitan las definiciones de las energías: potencial gravitatoria, cinética, térmica y total. Posteriormente, se proponen 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 propiedades, sin fricción (primera parte) y con fricción (segunda parte), utilizando las diferentes opciones de la simulación. 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 debió 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. A los siete días se evaluaron los conocimientos de los alumnos mediante una prueba de lápiz y papel que contenía problemas y preguntas con otras pistas contenidas en la simulación y que no fueron utilizadas en las actividades de la guía.

Análisis y discusión de los resultados

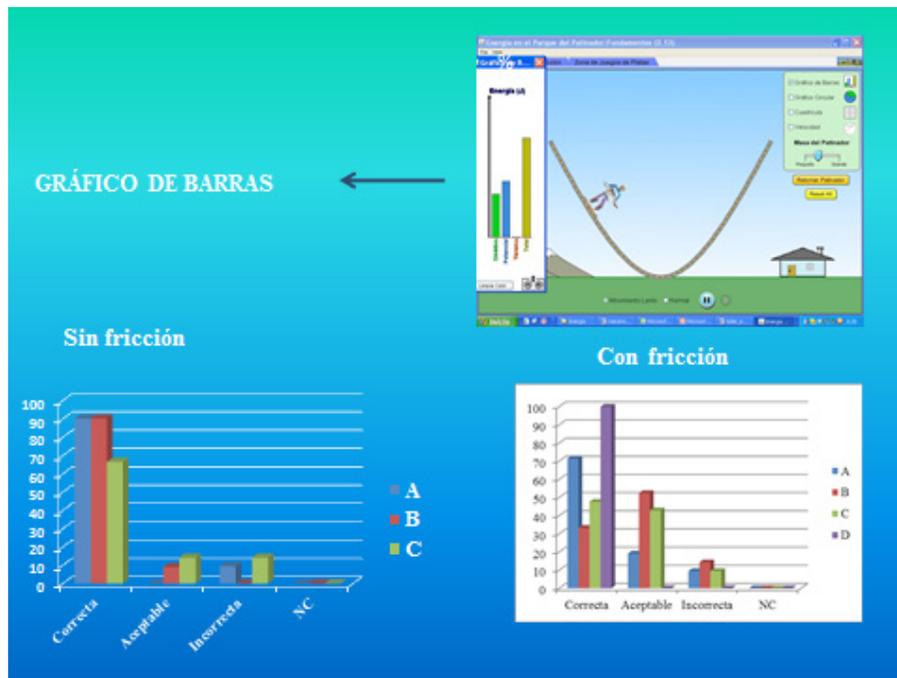
Guía de actividades

Se presentan a continuación, a modo de ejemplo, los resultados de las opciones que muestran la información en el formato “Gráfico de barras” cuando se trabaja *sin fricción* y *con fricción*. La Figura 2 presenta 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.

Cuando se trabaja *sin fricción* los resultados porcentuales corresponden a las respuestas a tres ítems: A (cambio en la energía potencial), B (cambio en la energía cinética) y C (cambio en la energía total). Cuando se trabaja *con fricción* los resultados porcentuales corresponden a las respuestas a 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).



Figura 2. Resultados porcentuales para el formato “Gráfico de barras” en función de las categorías de respuestas los ítems cuando se trabaja sin y con fricción

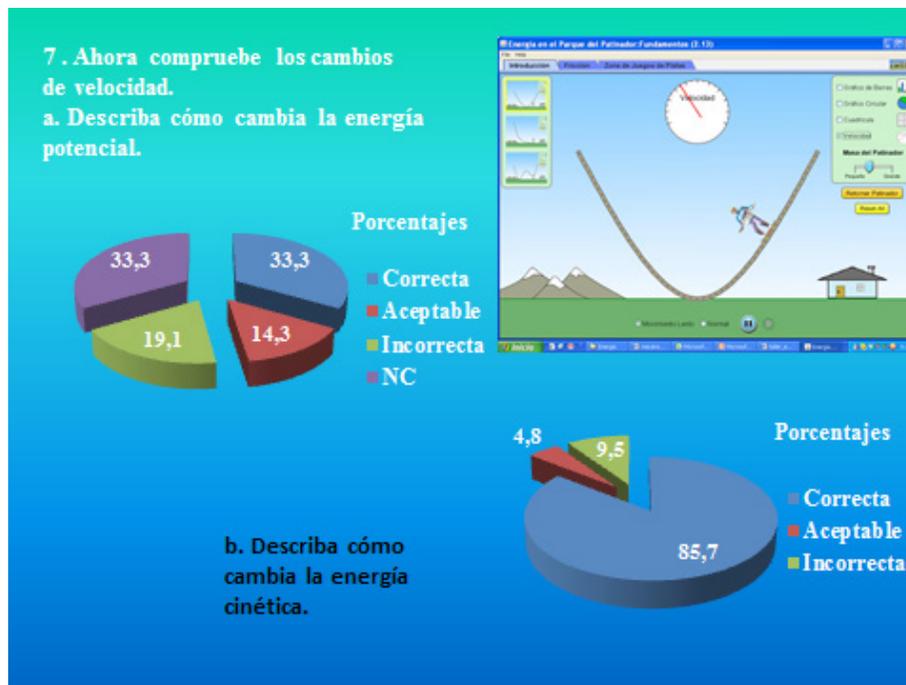


Fuente: Elaboración propia.

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 3) al utilizar el formato “Velocidad”. En cambio, en este último formato, para poder responder sobre la energía potencial, el alumno debe inferir a partir de lo que observa en la simulación.



Figura 3. Resultados porcentuales para la opción “Sin fricción” en función de las categorías de respuestas para describir el cambio de: A. la energía potencial y B. energía cinética

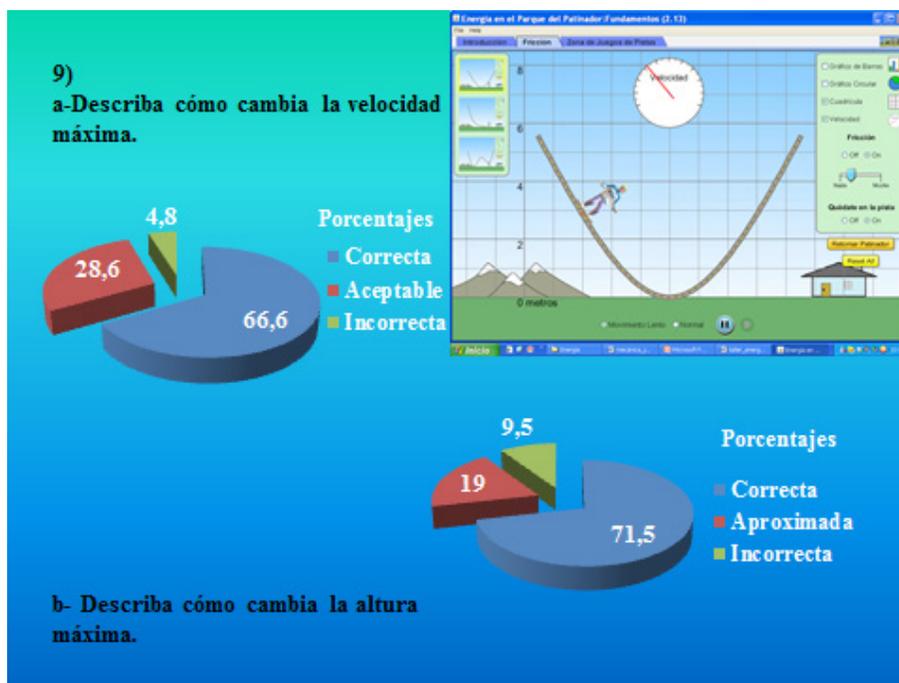


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 muestra los resultados obtenidos al indagar sobre el cambio en la velocidad máxima y en la altura máxima cuando se trabajan simultáneamente los formatos “Cuadrícula” y “Velocidad” con fricción.



Figura 4. Resultados porcentuales para la opción “Con fricción” en función de las categorías de respuestas para describir el cambio de: A. la velocidad máxima y B. altura máxima



Fuente: Elaboración propia.

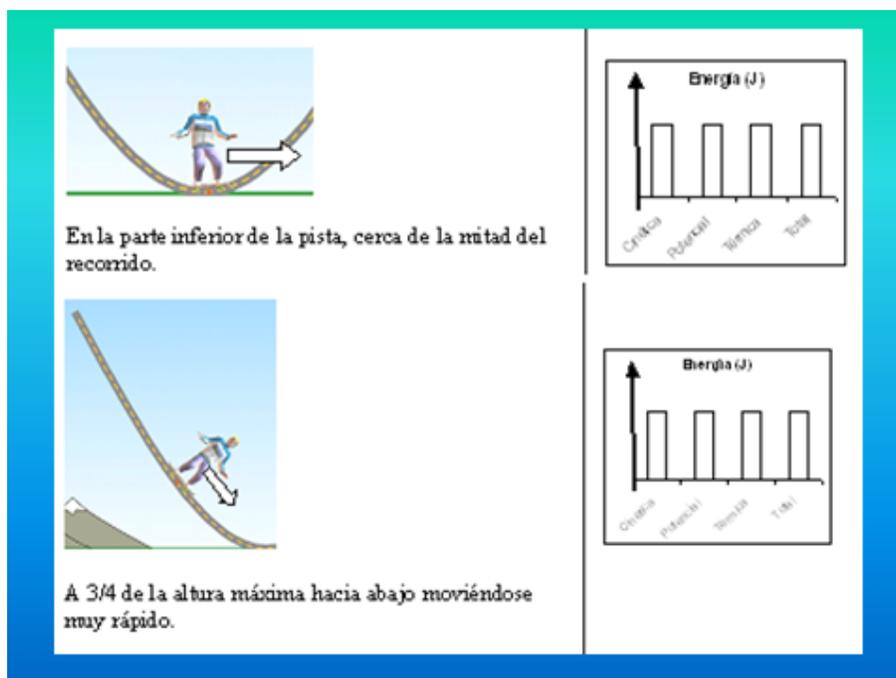
En los alumnos se detecta una marcada dificultad en la producción del texto escrito, sin importar el formato gráfico de la simulación utilizado. Un aspecto que colabora con la modelación del concepto científico mediado por la simulación es el hecho que el estudiante deba observar la simulación del fenómeno, 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). 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.

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, relacionadas 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 5 se muestra una de ellas.



Figura 5. Ítem 1A. Para cada una de las siguientes situaciones dibuje el gráfico de barras de las energías correspondientes a cada posición del patinador



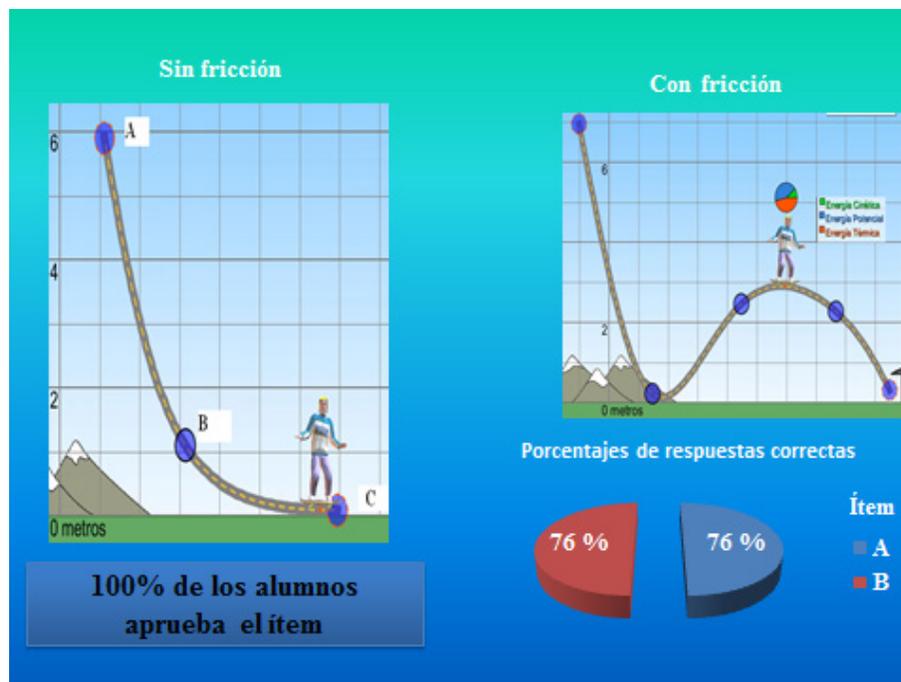
Fuente: Elaboración propia.

En la parte B) del ítem 1 se les presentan a los estudiantes 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. 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. En el ítem 2 se solicitó el cálculo de las diversas energías para diferentes puntos y el trabajo realizado por la fuerza de gravedad indicando los puntos inicial y final. En el ítem 3 los alumnos deben calcular las energías para diferentes alturas. La Figura 6 muestra las pistas utilizadas y las condiciones de partida.



Figura 6. Ítems 2 y 3



Fuente: Elaboración propia.

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 habitar a los alumnos en la activación y el uso estratégico de los conocimientos conceptuales es enfrentarlos a tareas o problemas cualitativos (Pozo y Postigo Angón, 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.

Representaciones mentales construidas por los estudiantes

La Tabla 1 muestra las categorías de análisis construidas a partir de las respuestas vertidas por los alumnos como actividad previa al uso de la simulación. Estas categorías son no excluyentes ya que la respuesta de un mismo alumno puede incluirse en una o más de las categorías expresadas en la tabla.



Tabla 1. Categorías de análisis y frecuencia de aparición en los textos elaborados por los estudiantes

	Número de respuestas
Energía potencial gravitatoria	
El valor depende de la altura	10
El valor depende de la masa	2
Relacionada con la gravedad	1
Depende del punto de referencia	1
Energía cinética	
Relacionada con la velocidad	2
Relacionada con el movimiento	15
Proviene de la transformación de la energía potencial	2
Energía térmica	
Se produce por fricción y genera calor	7
Se produce fricción por el movimiento	1
Debida a la fricción	7
Debida a la fricción con el suelo y con el aire	2
Total de alumnos	21

Fuente: Elaboración propia.

A partir de estos resultados y los sugeridos por Solbes y Tarín (2004), en relación a qué significa comprender la energía y su conservación, se puede inferir que los alumnos:

- Reconocen la energía cinética como la asociada al movimiento (71.4%).
- Asocian la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra y la atribuyen a la interacción entre el objeto y la Tierra (66.7%).

Luego de trabajar con la simulación (sin fricción y con fricción), y de acuerdo con Solbes y Tarín (2004), se puede afirmar que 71.4% de los alumnos reconocen que la energía se transforma y el 100% que la energía total en un sistema aislado se conserva. Reconocen el calor como un mecanismo de transferencia de energía (71.4%).

De los 21 alumnos que integran la muestra, el 76.2% reconoce la degradación de la energía como la transformación de energía mecánica en calor. Algunas dificultades de aprendizaje detectadas para conseguir la comprensión de la energía y sus propiedades son:

- Localizan la energía potencial gravitatoria en un objeto, es decir, como si la energía potencial gravitatoria se encontrara almacenada en el cuerpo sujeto a dicha interacción (23.8%). Lo anterior también ha sido encontrado en otras investigaciones (Poon, 1986; Solbes y Martín, 1991 citados en Solbes y Tarín 2004).
- Sólo un alumno identifica el calor con la temperatura expresando: "...transmisión por medio de la temperatura". Los restantes reconocen el calor como un mecanismo de transferencia de energía.

Conclusión

El empleo de la simulación permitió abordar la enseñanza de conceptos de la Física con un alto grado de abstracción. Especialmente, en esta experiencia la simulación utilizada sirvió para reproducir fenómenos de la vida real que por su escala resultan imposibles de ser reproducidos en el aula. El uso de la simulación permitió a los estudiantes abordar tareas o problemas cualitativos activando y haciendo un uso estratégico de los conocimientos conceptuales. Este tipo de problemas sirve para que los estudiantes relacionen el modelo científico con los fenómenos que explican.

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. En los alumnos se detecta una marcada dificultad en la producción del texto escrito, cualquiera sea el formato gráfico de la simulación utilizado. La muestra de alumnos analizada percibe y reconoce, mediante la simulación, la degradación de la energía

del patinador. En forma explícita mencionan la pérdida de altura que alcanza éste y su detención debido a la aparición de la energía térmica por la fricción. Los alumnos asocian mayoritariamente la energía cinética al movimiento y la energía potencial gravitatoria a la posición de un objeto sobre la Tierra. Toda la muestra reconoce que la energía total en un sistema aislado se conserva.

De la experiencia realizada se puede inferir que a partir del uso de la simulación los modelos mentales generados por los alumnos en su plano interno sobre la energía y sus propiedades, si bien son incompletos —pues no están incluidos todos los aspectos posibles de ser considerados—, les han permitido operar con representaciones bastante cercanas al modelo conceptual de la Física. Se puede decir que el hecho que los estudiantes generen representaciones mentales más completas y con mayores semejanzas a los modelos conceptuales de la Física, indica que se ha producido un mejor aprendizaje.

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. Se comparte con Martínez-Castroverde y De Pro Bueno (2010) que las simulaciones son, en algunos casos concretos, una herramienta de alto valor pedagógico, tanto por los resultados que pueden ofrecer, como por su carácter motivador, si bien en otras ocasiones su utilidad pedagógica está más limitada, pero su uso sigue siendo interesante como una herramienta más, que conviene compaginar con clases tradicionales de problemas y con prácticas de laboratorio.

Referencias

- Atkins, D.; Brown, J. y Hammond, A. (2007). *A Review of the Open Educational Resources (OER) Movement: Achievements, Challenges, and new opportunities*. Fundación William y Flora Hewlett. Recuperado de: <http://www.hewlett.org/uploads/files/ReviewoftheOERMovement.pdf>
- Benarroch, A. (2001). Una Interpretación del Desarrollo Cognoscitivo de los alumnos en el Área Corpuscular de la Materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 123-132.
- Blanchard, M. R.; Harris, J. y Hofer, M. (2011). *Science learning activity types, Tipos de actividades de aprendizaje*. Facultad de Educación del College of William and Mary. Recuperado de: <http://activitytypes.wmwikis.net/Science>

- Burgos Aguilar, J. V. (2010). Diseminación digital de recursos educativos abiertos y potencial aprovechamiento, presentada en el *XI Encuentro Internacional Virtual Educa, Santo Domingo, República Dominicana*. Recuperado de: http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/ci_26.pdf
- Díaz, L.; Gimeno, M. y Nappa, N. (2011). Representaciones mentales originadas a partir de ilustraciones de sistemas tecnológicos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(2), 107-116.
- 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 y J. V. Burgos (Coord.). México: ITESM, pp. 242-257. Recuperado el 1 de marzo de 2010, de <http://catedra.ruv.itesm.mx/bitstream/987654321/566/8/ebook>
- Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Lévy, P. (2007). *Cibercultura. La cultura de la sociedad digital*. Barcelona: Anthropos.
- López García, M. y Morcillo Ortega, J. G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 562-576. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N3.pdf
- Márquez, I. (2010). *La simulación como aprendizaje: educación y mundos virtuales*. II Congreso Internacional Comunicación 3.0. Universidad de Salamanca. 997-1008. Recuperado el 23 de marzo de 2013, de <http://comunicacion3punto0.files.wordpress.com/2011/05/comunicacion3punto0libroactas2010.pdf>
- Martín, P.; Sierra, L.; Pérez de Landazábal, M. 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
- Martínez-Castroverde Pérez, J. A. y De Pro Bueno, A. (2010). *Uso de las simulaciones informáticas en la enseñanza de la física newtoniana. Una experiencia con alumnos de 4º de ESO*. II Jornadas sobre la enseñanza de las ciencias y las ingenierías. Recuperado de: <http://www.murciencia.com/comunicaciones.asp?ipag=86>
- Moreira, M. A. & Greca, I. M. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science Education, New York*, 86(1), 106-121.

- Moreira, M. A.; Greca, I. M. y Rodríguez Palmero, M. L. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3), 37-57.
- PhET (Physics Education Technology) (2011). *Energía en el Skate Park: Básico*. University of Colorado. Recuperado de: <http://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/energy-skate-park-basics>
- Plasencia Cruz, I. (2000). *Análisis del papel de las imágenes en la actividad matemática. Un estudio de casos*. Tesis doctoral. Universidad de La Laguna, Canarias. Recuperado de: <http://documat.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=940>
- Pozo, J. I. y Postigo Angón, Y. (2000). *Los procedimientos como contenidos escolares. Uso estratégico de la información*. Barcelona: Edebé.
- Rodríguez Palmero, M. L. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona: Octaedro.
- Rodríguez, D; Mena, D. y Rubio, C. (2009). Uso de software de simulación en la enseñanza de la Física. Una aplicación en la carrera de Ingeniería Química. *Tecnología, Ciencia, Educación. (IMIQ)*, 24(2), 127-136.
- Roth, W. M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 195-208.
- Sagol, C. (2012). *Material de lectura: Líneas de trabajo con modelos 1 a 1 en el aula II, El modelo 1 a 1. Especialización docente de nivel superior en educación y TIC*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
- Schade, G. (2012). Introduction to Energy Model. Recuperado de: <http://phet.colorado.edu/es/contributions/view/3512>
- Solbes, J. y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 387-397.
- Solbes, J. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 185-194.
- Solbes, J. y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 155-180.

