

El software de Simulación en Física: herramienta para el aprendizaje de contenidos.

Msc. Gloria E. Alzugaray¹, Ing. Esp. Ricardo A. Carreri², Ing. Luis A. Marino³

(1) Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe Directora Grupo GIEDI (Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería), Lavaise 610, (3000) Santa Fe - Argentina. Te: 0342-4608585 – int. 255

(2) Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe Co-director Grupo GIEDI (Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería), Lavaise 610, (3000) Santa Fe - Argentina. Te: 0342-4608585 – int. 255

(3) Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Humanidades y Ciencias, Paraje el Pozo S/N, (3000) Santa Fe. Argentina. Te: 0342-4575105- int.128.

email: galzugar@frsf.utn.edu.ar – rcarreri@fiq.unl.edu.ar – lmarino@fiq.unl.edu.ar

RESUMEN

Diversas experiencias educativas relacionadas con el empleo de simulaciones educativas de uso libre llevaron a los autores de este trabajo a estudiar y elaborar alternativas didácticas constructivistas para la enseñanza de las ciencias experimentales. Esto requirió de la selección y evaluación de dichos materiales, considerando aspectos y características tecnológicas, semióticas/estéticas así como también el contexto pedagógico de aplicación y por último la implementación y evaluación de diseños didácticos en cursos regulares de física de nivel universitario.

Las simulaciones se seleccionaron con el criterio de complementar otras actividades didácticas, enfatizando en su aplicación la recuperación de diferentes contenidos.

En este trabajo se propone un guión didáctico sobre uno de los applet seleccionados para el desarrollo del tema Trabajo, Energía, su conservación y transformación.

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años se han desarrollado herramientas de software, llamadas applets o miniaplicaciones, que permiten simular procesos físicos que constituyen un recurso educativo muy útil para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Se trata de pequeños programas que se ejecutan dentro de una página web, y que vienen representados por una pantalla gráfica, que contiene una animación que muestra la evolución del sistema. Las aplicaciones habitualmente presentan la posibilidad de modificar los parámetros de la simulación con el fin de observar y analizar las consecuencias que tienen estos cambios sobre el proceso en estudio.

Las simulaciones posibilitan al estudiante entender mejor las traslaciones entre las diversas representaciones del fenómeno estudiado (representaciones verbales, ecuaciones, gráficos, diagramas, tablas de valores, vectores, etc.), auxilia en la comprensión de las ecuaciones como relaciones físicas entre medidas, guía al alumno en el proceso de construcción de modelos mentales que simulan sistemas físicos y crea un espacio de discusión entre alumnos y docentes.

Siendo el origen de los applets, reciente como recurso educativo, en internet se pueden encontrar numerosas propuestas de uso libre que abarcan casi todos los temas básicos de la física. La dificultad reside, en generar criterios que posibiliten seleccionar el applet más adecuado (Bohigas et al., 2003) y en disponer de pautas de evaluación de materiales. La implementación en el proceso general de enseñanza-aprendizaje es, sin lugar a dudas, la tarea fundamental que queda reservada al docente (Christian y Belloni, 2001; Torres y Soler-Selva, 2003). Los applets son un complemento en este proceso de enseñanza-aprendizaje, y junto con otros recursos que aportan las TIC's permiten la innovación y la mejora de los resultados obtenidos en los cursos de Física (Carnicer, 2003).

En numerosos sitios de internet pertenecientes a universidades, centros de investigación y otros se ofrecen numerosos materiales multimediales para uso educativo, en particular simulaciones que se ejecutan en java. Los applets son pequeñas aplicaciones de simulaciones escritas en lenguaje Java, diseñadas para ser incrustadas en archivos HTML (página web), que son ejecutadas por el navegador del equipo informático cuando se visita una página que los contiene.

Desde que fueron creados en 1995 por Sun Microsystem han encontrado muchas utilidades, entre ellas la simulación de fenómenos naturales de interés en la formación científica de los alumnos. Según el grado de interactividad que manifiestan, pueden distinguirse dos tipos de applets: los que sólo permiten la visualización de fenómenos y los que además permiten obtener datos de la simulación (Bohigas et al., 2003).

Las simulaciones en general son herramientas interactivas que permiten a los estudiantes recuperar conocimientos científicos mediante el estudio de fenómenos del campo profesional y de la ciencia.

MARCO TEÓRICO

Las nuevas tecnologías de la información y comunicación definidas como sistemas y recursos para la elaboración, almacenamiento y difusión digitalizada de información, basadas en la utilización de tecnología informática, están provocando profundos cambios y transformaciones de diferentes naturaleza. Las mismas ofrecen importantes ventajas para la educación científica, en particular los trabajos prácticos utilizando simulaciones, permiten establecer una relación entre los objetos, eventos y fenómenos del mundo real y las teorías y modelos que se generan para su interpretación. Estos mundos remiten a esquematizaciones próximas pero diferentes: el mundo de las teorías y modelos con el mundo de los objetos y eventos; el espacio de los modelos y el campo empírico de referencia (Martinand, 1992); el mundo real y el mundo de los signos (Beaufils, 2000).

Por un lado, constituye un espacio intermediario, que puede facilitar la puesta en relación de la realidad con las teorías o modelos (Barberá y Sanjosé, 1990), es decir, entre lo concreto y lo abstracto (Valente y Neto, 1992). Por otra parte, representa un instrumento que permite actividades de manipulación de modelos que facilitarán la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales (Andaloro et al., 1991).

Un programa de simulación puede incorporar diversos procedimientos de cálculo numérico y de representaciones gráficas como también de su análisis, permitiendo emular algún aspecto de un cierto fenómeno o dispositivo, analizado a la luz de un determinado modelo físico-matemático.

En toda simulación, ya sea mediante una teoría que se utiliza para estudiar las propiedades de un sistema, o mediante un modelo que se explora para analizar una situación, se trata de descubrir o generar un resultado no trivial.

Existen múltiples enfoques de corte constructivista que pueden diferir en las posiciones sobre el origen y construcción del conocimiento, las teorías psicológicas y la epistemología de las ciencias, entre otros (Campanario y Moya, 1999; Marín, 2003; Campello Queiroz y Barbosa-Lima, 2007). Sin embargo, todos estos enfoques coinciden en que la educación debe estar dirigida a ayudar a los estudiantes a aprender a aprender, de forma que se promueva la capacidad de gestionar sus propios aprendizajes, adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y disponer de herramientas intelectuales y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de su vida. En el caso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se asume que lo esencial no es proporcionar a los alumnos conocimientos absolutos, sino propiciar situaciones de aprendizaje en las que ellos sean capaces de contrastar y analizar diversos modelos, además de promover y cambiar ciertas actitudes (Pozo y Gómez, 1998; Pozo y Monereo, 1999).

Existen numerosas investigaciones sobre el uso de estrategias basadas en herramientas informáticas en diversas áreas del conocimiento (Rodríguez, 2002; Rezende y Souza Barros, 2003; Pontes, 2005; Riveros y Mendoza, 2005). Aunque en su mayoría estas investigaciones señalan que aún se debe

indagar más sobre cuáles recursos informáticos son más adecuados para determinados propósitos educacionales, permite asumir que el uso de las nuevas tecnologías para el desarrollo de software educativo presenta varias ventajas. Entre éstas se encuentra la flexibilidad instruccional, pues la enseñanza se puede adaptar a las posibilidades y necesidades individuales permitiendo el desarrollo de procesos de aprendizaje más constructivos y creativos. También se observa el aumento de la motivación por parte de los estudiantes y además la promoción del desarrollo de actividades colaborativas y cooperativas.

Los applets no deben relegar a las actividades de laboratorio, un recurso didáctico insustituible en la enseñanza de las ciencias (Pro, 2006). Sin embargo, muchos autores advierten que las prácticas de laboratorio no están tan presentes en la enseñanza como debieran (Nieda, 2006). Las miniaplicaciones informáticas son un recurso más a disposición de los docentes que hacen posible la reflexión sobre experiencias hechas dentro y fuera del aula, y que permiten simular pruebas experimentales que no podrían realizarse de otro modo, por la peligrosidad que entrañan, su costo, la no disponibilidad del equipamiento adecuado, etc. En el proceso de enseñanza-aprendizaje, la diversidad en el uso de recursos didácticos permite aproximarse por diferentes caminos a un concepto físico determinado, lo cual resulta muy motivador tanto para el alumnado como para la labor del docente (Torres, Soler-Selva y Gras-Martí, 2006).

LAS SIMULACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Dada la relevancia que revisten las actividades prácticas que se diseñan para la enseñanza, se considera importante la inclusión de materiales curriculares – software de simulación - deba ir acompañada de un proceso reflexivo de los profesores que fundamente la elección, teniendo en cuenta un planteamiento metodológico sistemático y diseñado en función de los objetivos de la enseñanza. No se trata tanto de qué software seleccionar o qué material elaborar sólo por el atractivo o interés que conlleve en sí mismo, sino más bien, de cómo diseñar estrategias de enseñanza en el marco de determinados enfoques disciplinares y didácticos y para ello evaluar qué materiales y tecnologías pueden integrarse y ser coherentes con dicho planteamiento (Alzugaray, et al., 2007).

Tanto la teoría constructivista del aprendizaje como el modelo de enseñanza- aprendizaje por descubrimiento guiado (Gil Pérez, et.al 2008) atribuyen al alumno un papel activo en la adquisición de conocimientos. En ambos existe el supuesto que tanto los de trabajos prácticos como la resolución de problemas con ayuda de simuladores facilita el aprendizaje de contenidos.

Sierra Fernández y Perales Palacios, (2000) destacan la realización de actividades con ayuda de programas de simulación como recurso didáctico:

- Se reproducen fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad, por motivos de peligrosidad (proceso de fisión en un reactor nuclear), de escala de tiempo (proceso de desintegración de un radioisótopo, evolución de una población de seres vivos dentro de un ecosistema), de escala espacial (movimientos planetarios, movimiento de las partículas de un gas) o de carestía del montaje (difracción con láser).

- El alumno pone a prueba sus ideas previas acerca del fenómeno que se simula mediante la emisión de hipótesis propias, lo cual redundará en una mayor autonomía del proceso de aprendizaje.

- El alumno comprende mejor el modelo físico-químico utilizado para explicar el fenómeno, al observar y comprobar, de forma interactiva, la realidad que representa.

Numerosos docente universitarios, del área física, comparten la idea de que algunos conceptos tales como trabajo, energía, si bien son utilizados corrientemente, cuando se hace necesario su interpretación, representan un obstáculo para los estudiantes, fundamentalmente cuando ellos ponen en práctica sus conocimientos frente a situaciones problemáticas.

Los estudiantes encuentran dificultades en la adquisición de estos conceptos teniendo en cuenta su grado de abstracción, el conjunto de significados previos demandados sobre los que se construye y

las cuestiones que pueden derivarse de una presentación acumulativa, acrítica y no problemática de los mismos, que obstruyen los procesos constructivos.

La simulación utilizada en este trabajo incorpora contenidos correspondientes a los fundamentos teóricos, así como problemas propuestos que permiten integrar y aplicar las leyes y conceptos del tema Trabajo, Energía, su conservación y transformación, desde una perspectiva tanto procedimental como actitudinal, a la vez que sirven como estrategia evaluativa del desarrollo del proceso de aprendizaje del estudiante.

METODOLOGÍA

Se realizó un relevamiento de software de simulación, centralizado en aquellos programas de acceso libre, que simulan representaciones de las cuestiones asociadas a los conceptos de la Física Mecánica, en particular al de energía. En función de esto se seleccionó un programa de la universidad de Colorado accesible a través del sitio www.phet.colorado.edu/simulations.

Dicho sitio alberga un conjunto de applets que pueden ser considerados como “laboratorios virtuales”, donde se encuentran diversos recursos educativos relacionados a diferentes disciplinas y en diferentes idiomas. En particular dentro del conjunto de Física Mecánica se ha seleccionado el applet denominado: pista de patinar “energía”. La guía de actividades propuesta pretende la construcción significativa de conceptos tales como: Fuerza, Trabajo, Energía, sus diversas formas de representación, sus relaciones y su conservación.

Para la elaboración del guión didáctico se tuvieron en cuentas las siguientes pautas (tabla 1):

1. Seleccionar los contenidos relacionados al Software, integrándolos, de modo de promover la reflexión acerca de aspectos científicos - tecnológicos relacionados al tema.
2. Organizar los diferentes contenidos en una estructura, que permita al alumno utilizar el Software en forma personalizada, de acuerdo a sus propias inquietudes y necesidades.
3. Presentar los contenidos en una forma contextualizada, agradable y atractiva que propicie el interés del usuario hacia el aprendizaje de la energía y que facilite, mediante el uso de imágenes y animaciones, la comprensión del tema.

<u>Contenidos disciplinares</u>	<u>Actividades</u>	<u>Contenidos procedimentales</u>	<u>Contenidos actitudinales</u>
Enfoque energético del Movimiento: Trabajo de Fuerzas conservativas y no conservativas Energía Cinética y potencial (y sus diversas formas) Transformaciones energéticas Conservación de la energía Rendimiento energético	-Presentación del software de simulación. -Exploración y reflexión de elementos y dispositivos del software. -Breve recuperación de saberes sobre la temática. Resolución de problemas mediante los simuladores.	-Modelizar los hechos de la naturaleza. -Describir e interpretar los fenómenos observados y obtener soluciones de las leyes planteadas en la descripción de los fenómenos físicos. -Recuperar las leyes de la física mecánica. -Operar con diferentes unidades y magnitudes físicas. -Conocer y evaluar los errores de medición. -Operar con el correcto número de cifras significativas. -Analizar y criticar el resultado de una simulación. -Comprender el principio de funcionamiento de dispositivos -Utilizar e interpretar gráficos, tablas y diagramas que permiten resolver las situaciones y/o problemas planteados. -Redactar informes escritos. -Resolver ejercicios y problemas relacionados a la temática. -Aprender a aprender.	- Actitud ética, responsable y crítica en relación con actividades e investigaciones escolares en las que participa, y honestidad en la presentación de resultados. -Reconocimiento de la importancia de los procesos de validación. -Valoración del papel central del pensamiento crítico en el desarrollo de las ciencias. -Valoración de las posibilidades y limitaciones del pensamiento científico. -Valoración de los logros científicos y tecnológicos en función de su contribución al bien común y al mejoramiento de las condiciones de vida de las personas. -Respeto por las normas de trabajo empleadas en los desarrollos escolares, rigurosidad y precisión en la realización de experiencias, en la recolección de datos y de información, y en los registros, clasificaciones, análisis y conclusiones.

Tabla 1. Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del guión didáctico

PROPUESTA DE GUIÓN DIDÁCTICO:

Trabajo Práctico sobre Trabajo, Energía, su conservación y transformación

I-Introducción

Esta actividad pretende recuperar y reflexionar sobre diferentes conceptos desarrollados durante la escolarización, analizando conceptualmente el trabajo y su relación con la energía, el principio de conservación de la energía, los tipos de trabajos (de fuerzas conservativas y no conservativas) y su relación con el principio anterior, y la conversión de una forma de energía en otra, como también de las condiciones de conservación .

Como las opciones de trabajo del software son diversas y variadas se deberán explorar cada una de ellas. Si bien esta actividad se halla orientada a la profundización de conceptos previamente desarrollados en diversas clases o a desarrollar en base a un diseño participativo del tipo teórico – práctica, donde el applet pueda ser empleado en actividades de resolución de cuestiones problemáticas, en el diseño y ejecución de proyectos relativos al tema y en las diferentes etapas de evaluación del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Actividades con la simulación

II- Descripción del entorno

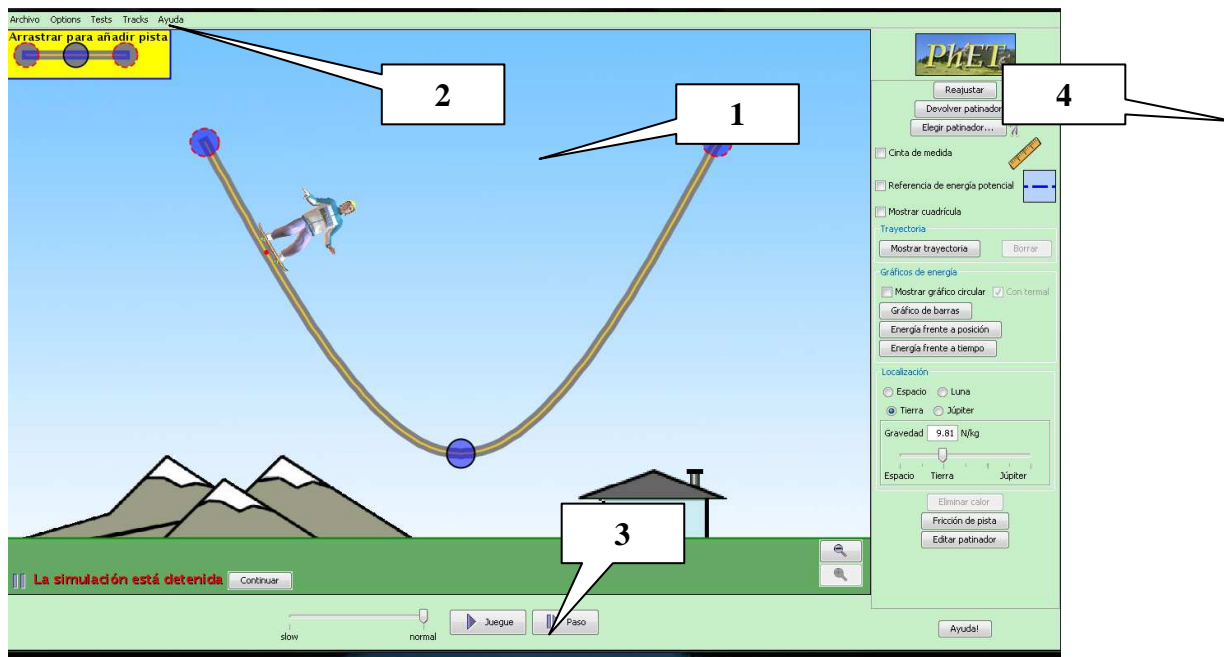



Figura 1: Pantalla de inicio

La figura 1 se presenta cuando se ejecuta el applett. La misma muestra diferentes componentes pudiéndose identificar: el visor central (1), un menú superior (2), y paneles de control inferior (3) y derecho (4).

Visor (1): En el mismo se puede visualizar las animaciones y los diferentes gráficos que pueden ser seleccionados. Se puede modificar las longitudes y trayectorias de la pista de patinaje mediante el agregado de tramos (por el arrastre de secciones ó haciendo click, con el cursor posicionado sobre los círculos extremos y/o intermedio de cada sección y moviéndolos a su nueva posición). Haciendo click (botón derecho del Mouse) sobre la pista esta puede ser transformada del modo deslizante al modo de rodillo anclado (línea de puntos) o simplemente eliminada. Haciendo click, con el cursor sobre el patinador y arrastrando su imagen, este puede ser reposicionado o ubicado en su posición original. Las imágenes pueden ser ampliadas o reducidas mediante un zoom. Con los botones  del teclado es posible aplicar sobre el patinador una fuerza en cualquiera de las direcciones seleccionadas, la cual combinada con el tiempo de aplicación, determina el impulso suministrado.

Menú del panel superior (2)

Archivo: permite abrir archivos, para grabar en ellos las imágenes de la pantalla, levantándolas con la función Impr Pant y pegándolas con el comando pegar.

Options: presenta 2 alternativas. La primera muestra los errores en los cálculos de energía en los gráficos que los ejecutan y la segunda reorienta al patinador en un salto.

Tests: son diferentes simulaciones prediseñadas.

Tracks: son diferentes pistas prediseñadas (loop, doble v, parábola, etc).

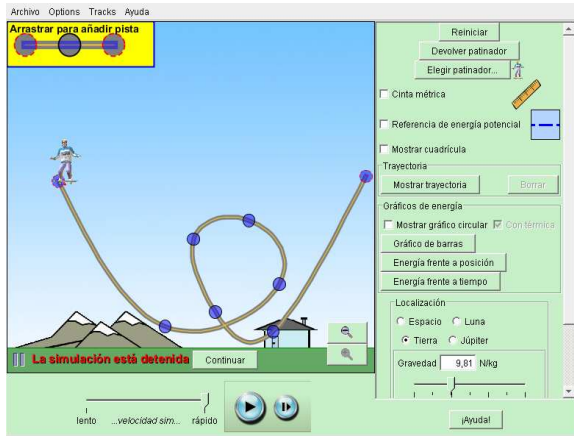


Figura 2: Pista tipo “loop”

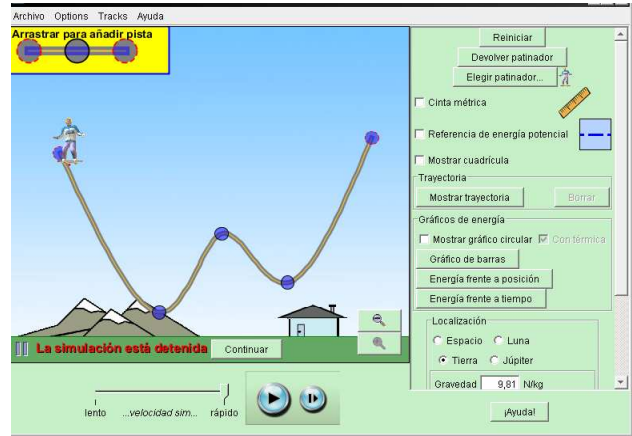


Figura 3: pista tipo “W”

Comandos del panel inferior (3): En la modalidad: “juego” permite comenzar y/o detener la simulación en diferentes instantes. En la modalidad: “paso” permite avanzar la simulación en etapas.

La simulación puede observarse en diferentes velocidades desde “rápido” a “lento”, mediante un selector de velocidad.

Comandos del panel derecho (3)

“Reajustar”: permite reestablecer los parámetros pre-configurados para la simulación.

“Devolver patinador”: regresa el patinador a su posición, instante y velocidad de origen.

“Elegir patinador”: permite seleccionar patinadores o una bola deslizante con masas entre 0,2 kg y 75 kg.

“Cinta de medida”: instala en la pantalla una cinta métrica que permite medir la distancia entre 2 puntos del cuadro visual. Dichos puntos pueden posicionarse ubicando el cursor sobre ellos, click con el botón izquierdo del Mouse y arrastrándolos a la posición seleccionada.

“Referencia de Energía Potencial”: marca en línea punteada el plano de energía potencial gravitatoria nula. El mismo puede modificarse ubicando el cursor sobre la misma, haciendo click con el botón izquierdo del mouse y arrastrando la línea a la altura deseada.

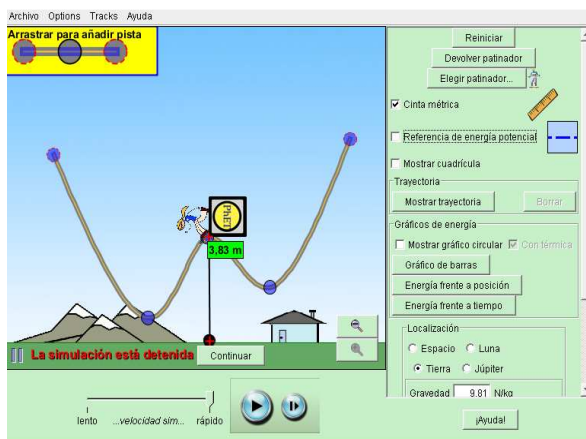


Figura 4: patinadora de 60 kg de masa
Distancia vertical al suelo: 3.83 m

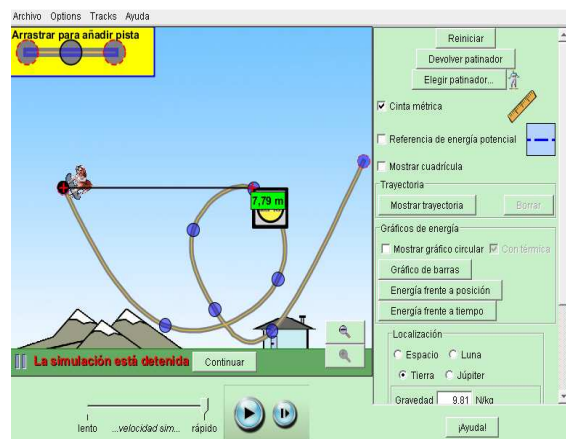


Figura 5: Perro de 30 kg de masa.
Distancia horizontal entre 2 puntos: 7.79 m

“Referencia de energía Potencial”: muestra en forma de línea punteada la superficie a la cual se le asigna energía potencial gravitatoria nula.

“Mostrar cuadrícula”: ubica un sistema de referencia, con intervalos en las x e y de 1 m. (y= 0 m corresponde al suelo del paisaje de fondo).

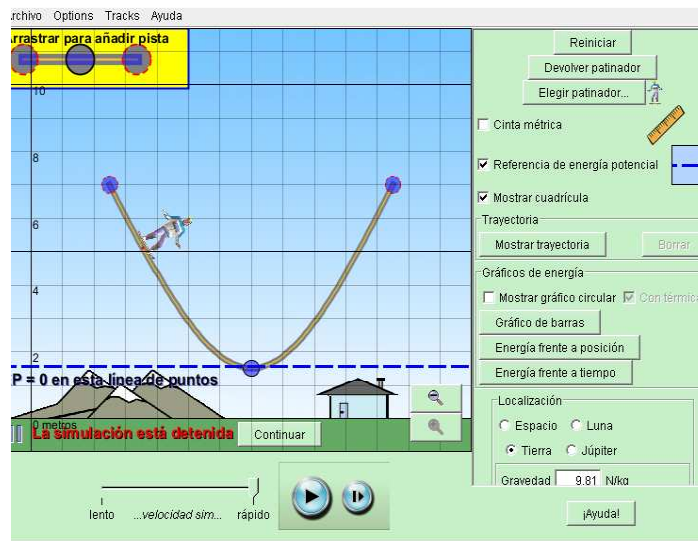


Figura 6: cuadrícula y referencia energía potencial

Mostrar trayectoria: muestra sobre la pista las sucesivas posiciones por las que pasa el patinador. Posicionando el cursor en una determinada posición de la trayectoria y haciendo click con el botón izquierdo del Mouse aparece en pantalla la energía cinética y potencial, altura y el módulo de la velocidad del patinador. Posee dos subcomandos: Parar para detener el trazado de la trayectoria y Borrar para borrar la trayectoria y limpiar la pista de patinaje.

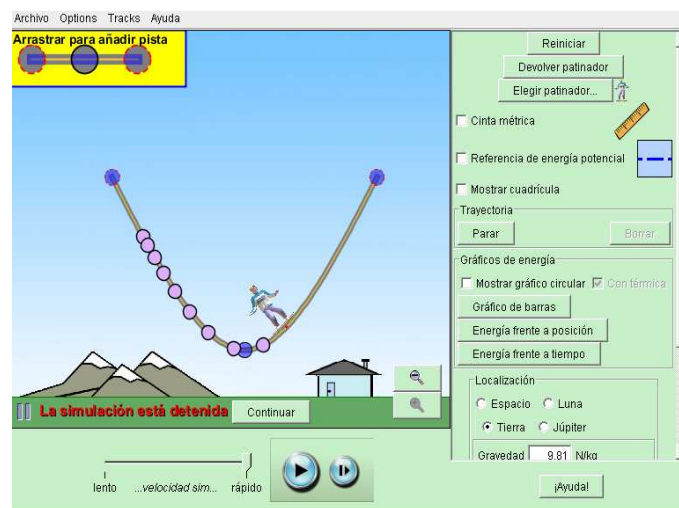


Figura 7: trayectoria

Gráficos de energía variables en el tiempo.

a) Gráfico circular: es un gráfico del tipo torta que acompaña al patinador en su trayectoria. El mismo muestra las proporciones de la energía cinética (sector circular color verde), energía potencial (sector circular color azul) y calor disipado (sector circular color rojo) en relación a la energía total (área total del círculo).

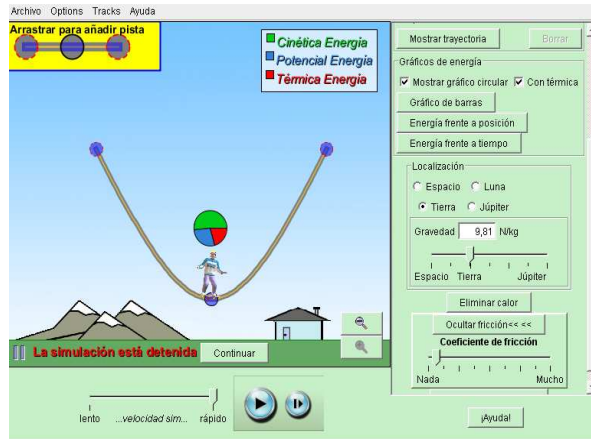


Figura 8: energías en gráfico circular

b) **Gráfico de barras:** es un gráfico del tipo de barras que muestra los valores que toman las energías cinética (color verde), potencial (color azul), total (marrón) y energía térmica ó calor disipado (color rojo) para cada instante de tiempo (variando sus alturas en función de la variación). Sobre las barras móviles se visualiza la variación temporal de dichas energías.

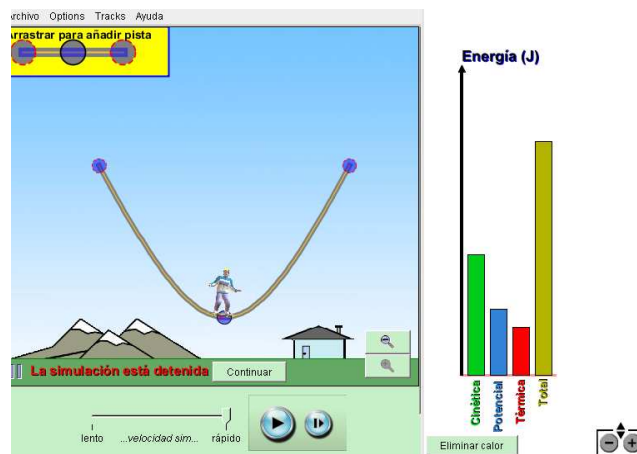


Figura 9: diagrama de energías de barras

Energía en función de la posición (fig. 10): gráfico que en el tiempo real de la simulación muestra como varía la energía cinética, potencial, total y calor disipado en función de la altura del patinador, la cual se muestra como una barra que se desplaza según la componente vertical de la velocidad del patinador.

Energía en función del tiempo (fig 11): gráfico que muestra como varía la energía cinética, potencial, total y calor disipado en función del tiempo real de la simulación.

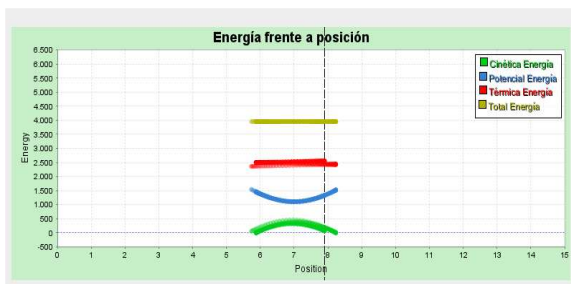


Figura 10: Energía-posición

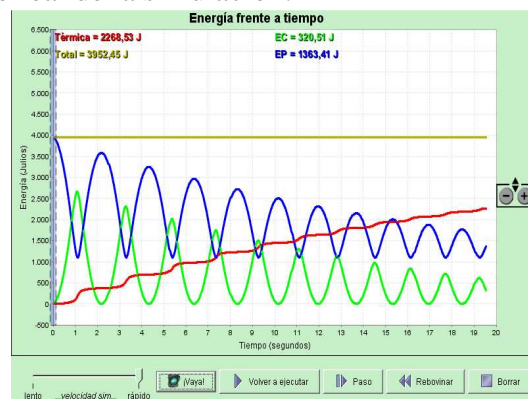


Figura 11: Energía-tiempo

La gravedad bajo la cual se puede efectuar la simulación se puede variar en forma discreta seleccionando las opciones: Tierra (9,8 m/s²), Luna (1,62 m/s²), Júpiter (25,95 m/s²) y Espacio (ingravidez). También mediante un selector se puede variar en forma continua entre 0 y 25,95 m/s².

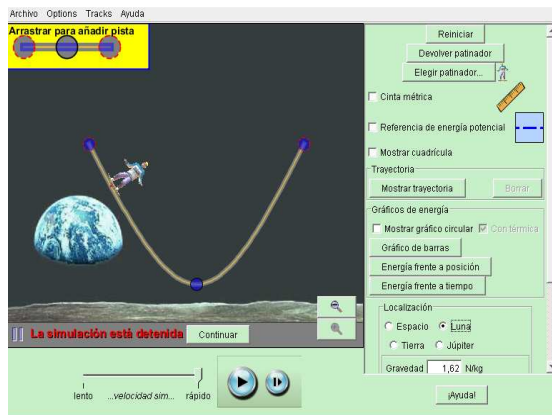


Figura 12: gravedad lunar (1,62 N/Kg)

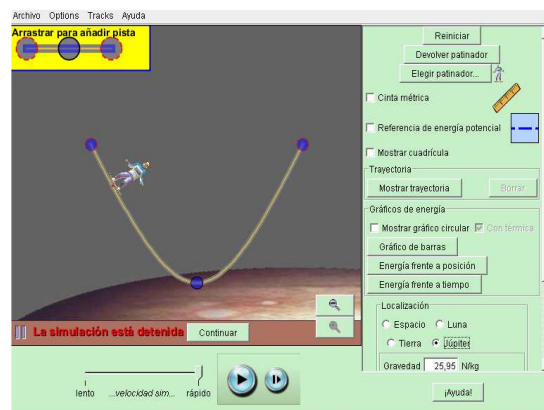


Figura 13: gravedad de Júpiter (25,95N/kg)

Eliminar Energía Térmica (interna): pone la referencia de energía interna del sistema en cero, permitiendo que de no haber fuerzas de fricción la energía total sea igual a la energía mecánica .

Fricción de pista: Permite asignar diferentes valores al coeficiente de rozamiento al deslizamiento entre la patineta y la pista.

Propiedades del patinador: se encuentran 2 variables modificables.

Fuerza de rebote (léase coeficiente de restitución del choque) que puede variarse entre 0 (choque totalmente inelástico) y 1 (choque totalmente elástico).

Fuerza de adhesión (léase coeficiente de adherencia entre la patineta y la pista), el cual puede variarse desde 0,1 (adherencia mínima) hasta 5 (adherencia máxima).

III- Actividades para el alumno

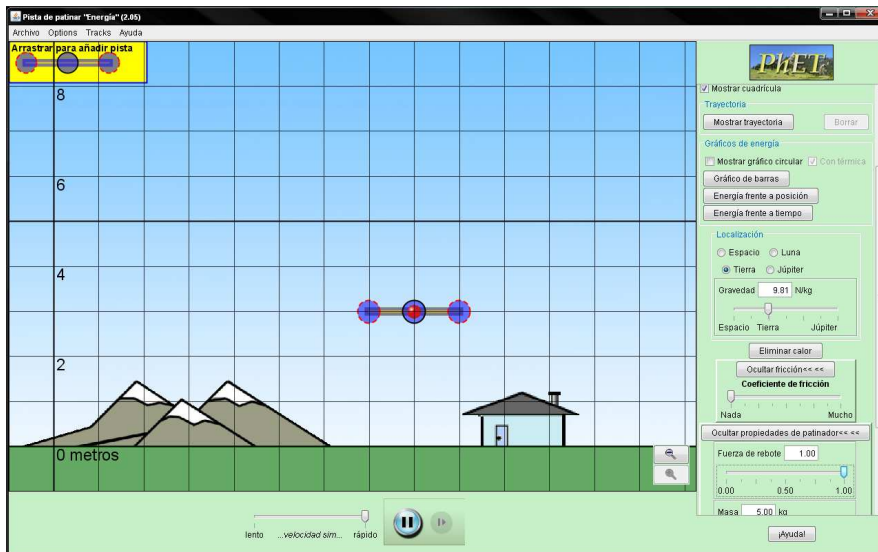
1- Acercamiento al entorno

Reconozca las distintas funciones y opciones del programa mediante el accionamiento de los controles de pantalla. Pruebe estas funciones variando cada uno de los modos de operación y los parámetros del sistema.

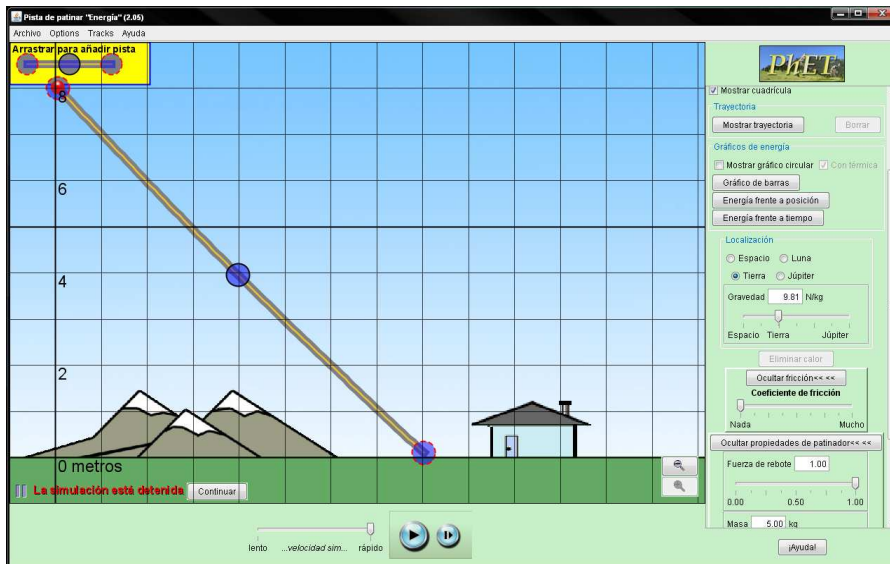
Bajo la configuración del patinador en la UVE, seleccione los diferentes gráficos de energía en función del tiempo y energía en función de la posición; corra la simulación un determinado Δt y luego intente registrar la figura de pantalla con el comando “Impr Pant” y péguela en un archivo procesador de texto, con el comando “pegar”. Analice la información que aportan dichos gráficos.

2- Trabajo de una Fuerza. Teorema del trabajo y la Energía Cinética

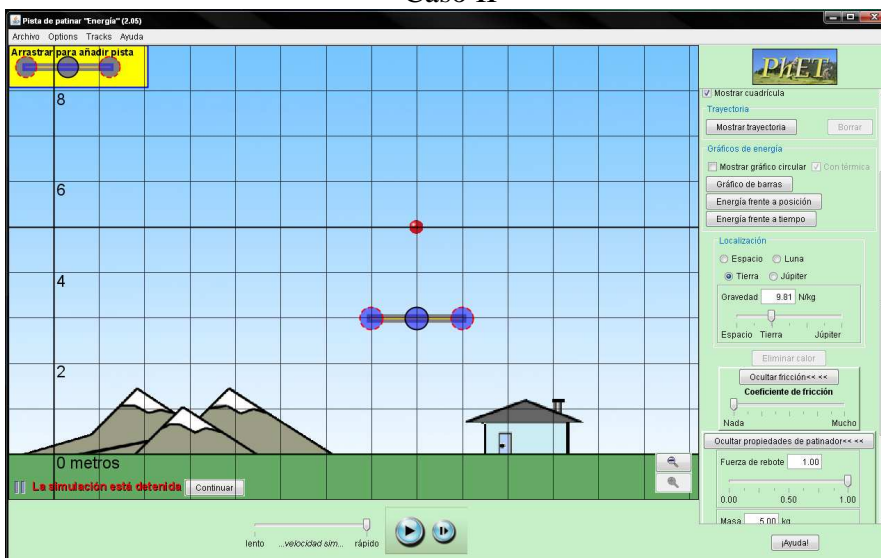
- a- Para cada una de las tres situaciones planteadas realice el diagrama de cuerpo libre indicando las fuerzas externas actuantes y descomponiendo las mismas según las direcciones tangencial y normal a la trayectoria del cuerpo que aparece en la pantalla.



Caso I



Caso II



Caso III

Figura 14: situaciones de análisis de fuerzas conservativas y no conservativas

- b- Siguiendo con el análisis anterior, escriba la ecuación que permita calcular el trabajo de una fuerza y prediga en cada caso cual de ellas realiza trabajo, y cuanto vale para un determinado recorrido del móvil.
- c- Ejecute la simulación en cada caso, analice las variaciones de las energías y responda: ¿En que caso las fuerzas (y cuales) realizan trabajo? Corrobórelo mediante cálculo empleando la información que pueda relevar de la pantalla. (Puede pausar la simulación para obtener valores puntuales de las energías, alturas y tiempos. La simulación se recomienza con la opción REC). ¿Qué teorema ha utilizado para dicho cálculo? ¿A igual recorrido del móvil, Coinciden los valores con los obtenidos en el punto b?

3- Trabajo de la Fuerzas Conservativas y No Conservativas. Energía Potencial

- a- Analizando los casos anteriores, considerando la presencia de la fuerza de fricción entre la pista y el cuerpo, efectúe nuevamente los diagramas de cuerpo libre para cada situación.
- b- Ejecute la simulación en cada caso bajo las nuevas condiciones. Comparando con el punto 1-c; ¿En que casos se verifican cambios en la energía mecánica del móvil? Para este análisis emplee los diferentes gráficos disponibles, pudiendo pausar la simulación para efectuar comparaciones a determinados instantes de tiempo. ¿A qué fuerza se deben las diferencias observadas? ¿Cómo se denominan estas fuerzas? ¿Y la/s restante/s?
- c- Calcule numéricamente, para un determinado recorrido del móvil, el Trabajo de las Fuerzas Conservativas. ¿Cuál es el la relación entre el mismo y la variación de energía potencial? ¿Que fuerza conservativa esta presente en esta simulación?
- d- Repita las simulaciones bajo el campo gravitatorio de la Luna, y Júpiter. Analice la relación entre la energía cinética y la energía potencial. Compare con el caso anterior. Repita la simulación eliminando el campo gravitatorio. ¿La gravedad afecta la energía mecánica? ¿Qué parte de ella?

4- Ecuación de Conservación de la Energía Mecánica

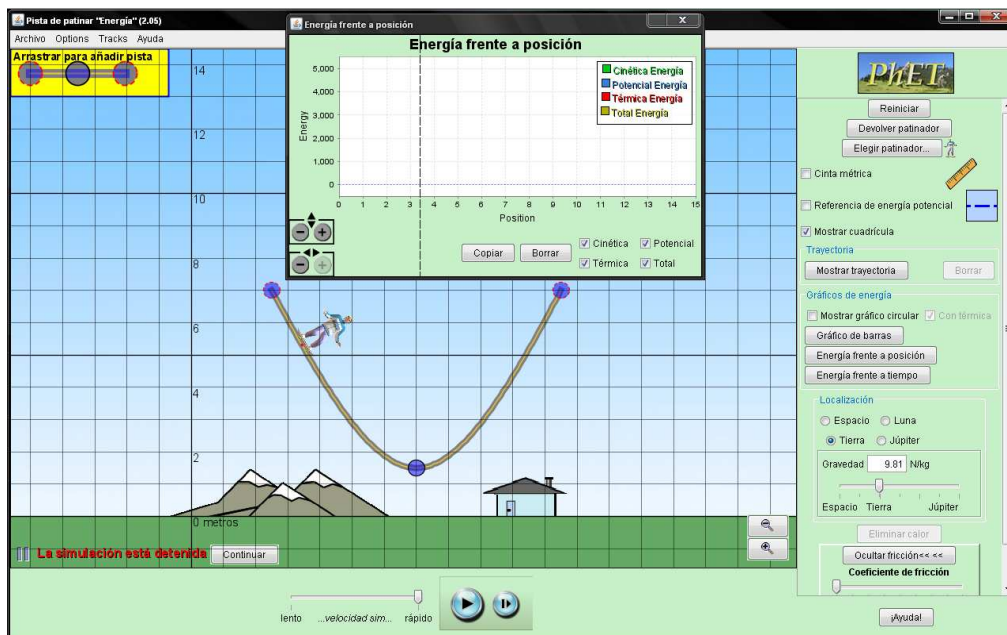


Figura 15: Pista en UVE.

- a- Bajo la configuración anterior (Pista en UVE, sin rozamiento) ejecute la simulación y analice la relación entre la Energía Cinética, Potencial y Mecánica. ¿A que ecuación responde la relación establecida?
- b- Si se Reduce la masa del cuerpo a la mitad y se mantienen los demás parámetros. ¿Cómo se modificarían las energías anteriores?
- c- Si se introduce la fuerza de fricción en que se modifica la relación del punto anterior. ¿Que ecuación interpreta esta relación?
- d- En este caso luego de un recorrido de la UVE; ¿alcanzaría el cuerpo nuevamente la posición inicial? Verifíquelo con la simulación y justifíquelo con las ecuaciones de conservación de la energía.

5- Análisis de situaciones Problemáticas

A continuación se dan una serie de instrucciones para efectuar simulaciones concretas. Justifique las observaciones mediante el empleo de las gráficas y datos que proporciona la simulación y las ecuaciones relativas al tema de Trabajo y Energía.

1- Trace una pista terrestre, horizontal y con rozamiento, valiéndose de la cuadrícula. Seleccione el gráfico Energía – Tiempo y colocando el patinador en un extremo de la rampa, imprímale un impulso en el sentido y dirección de la pista.

- a) ¿Cómo varían las energías cinéticas, potencial y mecánica en función del tiempo, luego de aplicar el impulso?
- b) Luego del impulso ¿Qué tipo de movimiento posee el patinador? A partir de la aplicación del principio de conservación de la energía descríballo mediante las ecuaciones cinemáticas. Efectúe las hipótesis que considere necesarias.
- c) Calcule el trabajo de la fuerza de rozamiento.

2- Transforme la pista en una rampa sin rozamiento, con pendiente negativa, ubicando el extremo inferior en el piso de la tierra. Ubique la cuadrícula y Seleccione los gráficos Energía – Tiempo y Energía – Posición. Coloque un patinador en el extremo superior de la rampa.

- a) Al ejecutar la simulación ¿Qué inferencia puede obtener a partir del análisis de la información brindada por los gráficos? Compare lo observado con la información aportada por el grafico del problema del punto anterior ¿Coinciden cualitativamente en la forma? ¿Por qué? obtenga conclusiones al respecto.
- b) Modifique la masa del patinador y el ángulo de la rampa. Prediga como deberían modificarse los gráficos energéticos y luego verifíquelo con la simulación.

3- Retome el caso 1, pero en condiciones de ingravidez.

- a) ¿Cómo varían las energías cinéticas, potencial y mecánica en función del tiempo?
- b) Analice teóricamente los movimientos que se obtendrían en ausencia de campo gravitatorio bajo los principios de Newton.
- c) ¿A qué tipo de movimiento corresponde?

CONCLUSIONES

En el plano didáctico el uso de simulaciones interactivas supone un avance cualitativo en la enseñanza de la física, no sólo porque permiten visualizar fenómenos que de otra forma serían inaccesibles, sino porque facilitan un aprendizaje de los conceptos y principios basado en la investigación de los alumnos y apoyado en el uso de procedimientos propios del trabajo científico (Christian et al., 2003). Además, la posibilidad de modelar fenómenos complejos sin la necesidad de recurrir a engorrosos tratamientos matemáticos previos tiene importancia por dos motivos:

-Permite sustituir la secuencia didáctica habitual (que generalmente se inicia con tratamientos, definiciones y demostraciones matemáticas y termina en consecuencias o aplicaciones físicas) por otra orientada desde el inicio al estudio de los fenómenos desde una perspectiva de la ciencia física (que puede terminar o no con la formulación en términos simbólico - matemático de las relaciones establecidas).

- Permite acercar gran parte de los fenómenos físicos posibles de modelizar a los estudiantes durante su cursado por las diferentes asignaturas de las carreras de ingeniería, y otras disciplinas científicas próximas a ella, por ejemplo: la química, la biología, la geología o las ciencias ambientales.

Las simulaciones ayudan a los estudiantes a promocionar ciertas competencias que deben adquirir y desarrollar durante su carrera como también en su futuro ejercicio profesional. Por ejemplo: encontrar sentido a las relaciones entre representaciones, debido a que en las mismas utilizan un lenguaje de palabras, ecuaciones, gráficas, diagramas, tablas, curvas, etc.; desarrollar habilidades para entender o comprender el significado físico de contenidos involucrados ya sean conceptos y/o procedimientos de los fenómenos físicos; entender las ecuaciones, fórmulas y las relaciones entre las magnitudes físicas; observar efectos frente a un estímulo o condición impuesta; desarrollar, construir, y afianzar modelos mentales de los fenómenos físicos lo que significa ir contra la memorización y repetición sin reflexión de los conceptos; construir representaciones que muestran las relaciones entre los objetos y las propiedades medibles, lo que posibilita la construcción de modelos mentales de modo de superar las dificultades que se establecen entre lo que los alumnos leen, observan y escuchan de los docentes y las representaciones que los mismos hacen de los fenómenos.

Las numerosas ventajas detectadas y descriptas en el uso de las simulaciones interactivas en física no pueden hacernos olvidar la necesidad de promover la investigación educativa sobre las mismas, para así contribuir a optimizar no solo las estrategias docentes sino a superar convicciones sustentadas en el sentido común.

BIBLIOGRAFÍA

ALZUGARAY, G, CAPELARI, M., CARRERI, R., 2007 *La evaluación de software en la enseñanza de la Física: criterios y perspectivas teóricas*, Revista Científica del Instituto Latinoamericano de Investigación (ILIE), ISSN 1850 – 1974 (en línea), 3(11), , <http://www.cognición.net>.

ANDALORO, G., DONZELLI, V. Y SPERANDEO-MINEO, R.M. (1991). *Modelling in Physics teaching: The role of computer simulation*. *International Journal of Science Education*, 13 (3), 243-254.

BEAUFILS, D. (2000). *Les logiciels de simulation comme supports de registres de representation pour les apprentissages en physique*. *Journées Internationales d'Orsay sur les Sciences Cognitives*.

BOHIGAS, X.; JAÉN, X. Y NOVELL, M. (2003) *Applets en la enseñanza de la Física*. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 463-472.

CAMPANARIO, J. M. Y A. MOYA (1999). *¿Cómo enseñar Ciencias? Principales Tendencias y Propuestas*. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.

CHRISTIAN, W., BELLONI, M., (2001). *Physlets: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*. New Jersey: Prentice Hall.

CHRISTIAN, W.; BELLONI, M.; ESQUEMBRE, F. Y MARTÍN, E. (2003) *Enseñando Física con Fislets*. CIAEF, VIII Conferencia Interamericana sobre educación en Física, La Habana, Julio 7-11 del 2003.

CAMPELLO QUEIROZ, G.R.P. Y M.C.A. BARBOSA-LIMA (2007). *Conhecimento científico, seu ensino e aprendizagem: atualidade do construtivismo*. *Ciência & Educação*, 13(3), 273-291.

GIL PÉREZ, D., MARTÍNEZ TORREGROSA, J. Y VILCHES, A. (2008). *A renovación do ensino universitario: necessidade, obstáculos e oportunidades*. Vigo: Universidade de Vigo. ISBN: 978-84-8158-381-6

NIEDA, J. (2006). *Los trabajos prácticos diez años más tarde*, *Alambique:Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 48, 25-41.

PONTES, A. (2005). *Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos*. *Eureka*, 2(1), 2-18.

POZO, J.I. Y M.A. GÓMEZ (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

POZO, J.I. Y C. MONEREO (1999). *El Aprendizaje Estratégico*. Madrid: Santillana.

PRO, A. (2006). *Actividades de laboratorio en el aprendizaje de la física: ¿un capricho o una necesidad?*. *Aula de Innovación Educativa*, 150, 7-13.

REZENDE, F. Y S. DE SOUZA BARROS (2003). *Diseño instruccional de un sistema hypermedia para el aprendizaje de la Física fundamentado en las perspectivas teóricas del cambio y del desarrollo conceptual*. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra*, 103-109.

RIVEROS, V. Y M.I. MENDOZA (2005). *Bases teóricas para el uso de las TIC en educación*. *Encuentro Educativo*, 12(3), 315-336.

RODRÍGUEZ, M. (2002). *Una producción de material multimedia para la Enseñanza de la Selección Natural (Biología 1º Año Ciclo Diversificado)*. Tesis presentada en opción al grado de Magíster en Educación Mención Informática y Diseño Instruccional, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Los Andes.

SIERRA FERNÁNDEZ, J.L., PERALES PALACIOS, F.J., (2000) *La simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la física en bachillerato*, Libro 203 de la serie Educación, Cp.5, Editora Universidad de Vigo, Vigo, España.

TORRES, Á., SOLER-SELVA, V. F. I GRAS-MARTÍ, A. (2006). *Avaluació de miniaplicacions de física (physlets) com a complement d'activitats d'aula*, *Revista de Física*, 3, (10), 47-52.

VALENTE, M. Y NETO, A.J. (1992). *El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades del aprendizaje en mecánica*. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 80-85.