

Resolviendo problemas de Física con simulaciones: un ejemplo para el ciclo básico de la educación secundaria

Irene Lucero

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA), UNNE, Corrientes
irmairene2005@yahoo.com.ar

Resumen

En este trabajo se presenta un ejemplo de secuencias didácticas para la enseñanza de la física usando simulaciones libres on line, adecuadas al ciclo básico de la educación secundaria. La misma fue diseñada en el marco de un proyecto de investigación educativa y con el aporte de estudiantes de los profesorados de Física y de Química que están realizando sus prácticas docentes. Se hace un análisis didáctico de ella, para poder elaborar recomendaciones para su uso e implementación.

Palabras clave: formación docente, física, enseñanza, simulaciones

Introducción

Desde este equipo investigador se piensa que con más de 10 años de investigación en la línea articulación universidad- nivel secundario , centrada en la enseñanza de la Física, las acciones llevadas a cabo parecieran no ser suficientes para evitar el desgranamiento de los estudiantes en los primeros años de las carreras científico tecnológicas, en especial la ingeniería, y atraer vocaciones hacia el profesorado o la licenciatura en Física, carreras que son consideradas en emergencia nacional por la baja matrícula y la mínima tasa de egreso (Giuliano y otros 2011).

Hacia el año 2006, con la Educación polimodal en vigencia, el panorama de la enseñanza de la Física en cinco jurisdicciones estudiadas, incluyendo Corrientes, mostraba dos aspectos que no son menores a la hora de pensar en una buena educación en Física en la

escuela secundaria: 1- muchas horas de Física del nivel medio a cargo de profesionales afines sin título docente; 2- escaso trabajo experimental y de uso de nuevas tecnologías en las clases. (Marchisio y otros, 2006).

Hoy, en el 2012, el escenario educativo es distinto. A partir de la sanción de la Ley de Educación Nacional, se realizaron en Corrientes, distintas acciones oficiales desde los Estados nacional y provincial:

- un trayecto de formación pedagógico - didáctica brindada por el Ministerio de Educación de la Provincia de Corrientes, a docentes profesionales en ejercicio que los aproxime a la formación docente en la disciplina en que se desempeñan;
 - la titularización masiva en las horas de cátedra de los docentes al frente de las aulas formaliza la continuidad permanente en el cargo a docentes sin concurso docente que permitiera evaluar sus antecedentes y formación académica para el desempeño al frente del aula de Física;
 - la existencia de portales educativos oficiales con materiales didácticos y amplia ofertas de cursos, que son permanentemente actualizados;
 - la implementación del Programa Nacional "Conectar Igualdad", con la distribución de netbooks en las escuelas para docentes y alumnos;
 - la distribución de materiales de laboratorio y libros de ciencias y cultura general destinado a escuelas rurales, en el marco del programa PROMER y Horizontes del Ministerio de Educación de la Nación.
- Por otra parte, en este siglo XXI donde el mundo que nos rodea está saturado de información a la que se puede acceder por distintos medios, la alfabetización científica ya

no basta para formar al ciudadano, debe incorporarse también la alfabetización digital. De información recogida como participante especialista en Física del Acompañamiento Territorial 2012 del Programa Conectar Igualdad Corrientes, realizado en diferentes escuelas del interior de la provincia y las observaciones de clases realizadas por los residentes del profesorado en Física de la FaCENA en instituciones de la ciudad, donde esta investigadora es profesora responsable de la asignatura Didáctica de la Física y Práctica de Residencia, es posible encontrarse con aulas de Física que cuentan con nuevos recursos para el aprendizaje (equipamiento de laboratorio, netbooks y conectividad a internet) y docentes que no incorporan el trabajo experimental y menos aún las tecnologías de la comunicación e información (TIC) a las clases de Física. Si bien existen en la web software educativos de uso libre, los docentes no se habitúan a incorporarlos como recurso didáctico porque no saben qué tipo de situaciones o actividades pueden generarse con ellos en pos del aprendizaje de los conceptos y procedimientos de la Física. Hay que pensar que la mayoría de los docentes en ejercicio no han sido formados en la era de las tecnologías de la información. Recién los profesores egresados a partir del año 2008, en la FaCENA puede decirse que son recursos humanos formados al respecto.

Ante esta situación se desarrolla el Proyecto *“Universidad y Escuela Secundaria mancomunadamente por la enseñanza aprendizaje de la Física”* (SGCyT- UNNE), en el cual se pretende generar material de apoyo para docentes, de disponibilidad libre en un aula virtual abierta de UNNE Virtual. Este material contendrá secuencias didácticas que son probadas en las aulas en un trabajo conjunto de diseño, aplicación y evaluación de las propuestas entre los docentes investigadores y los de escuelas secundarias que actúan como escuelas asociadas al proyecto. Lo primordial de estas secuencias es que incorporen la forma de “pensar en física” y los “modos de hacer del científico”, usando recursos TIC en lo posible.

Por otra parte, es responsabilidad de la FaCENA, formar a los estudiantes de los profesorados en el uso de los recursos TIC para la enseñanza de la Física y de la Química; la asignatura Taller de Tecnología Educativa (TTE), de la cual esta investigadora es profesora responsable, es la asignatura central, junto a las didácticas específicas, que generan el espacio de formación al respecto.

En este trabajo se presenta un caso concreto de actividades diseñadas con el uso de simulaciones para la enseñanza de contenidos de fisico-química en el ciclo básico de la escuela secundaria, que surgieran de las actividades de los estudiantes de profesorado en los trabajos prácticos de las asignaturas antes nombradas.

Se da también un análisis didáctico de ellas. Esta secuencia se tomó como propuesta piloto que fuera usada en las prácticas de los residentes. Serán luego evaluadas en las aulas de escuelas asociadas, junto a otras que se van diseñando.

Marco teórico

Los físicos se cuentan entre los científicos más creativos y con mayor capacidad inventiva. Ellos descubrieron e inventaron la mecánica cuántica, la relatividad, el transistor, los agujeros negros, la teoría de las cuerdas y la materia oscura. Pero como profesores, tendemos a ser los más conservadores, repitiendo el contenido y los métodos que recibimos como estudiantes de nuestros profesores y que ellos a su vez recibieron de los suyos. Para las nuevas generaciones de estudiantes esto no es suficiente, hay que comprender sus formas de pensar y sus estilos de aprendizaje. Tendremos que encontrar nuevas maneras de retener su interés y mantenerlos atraídos por el aprendizaje de la Física (Redish, 2004). Es así que las tecnologías de la información y comunicación (TICs) son un recurso actual que los profesores deben conocer y asumir que ellas pueden actuar como instrumento de mediación en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

En el campo de aplicación de las TICs, el recurso más utilizado para enseñar Física es el software educativo.

Según Peré Marqués un software educativo, (también llamado programa educativo o programa didáctico) es un programa para ordenador creado con la finalidad específica de ser utilizado como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. *“Presentan cinco características esenciales:*

- *Son materiales elaborados con una finalidad didáctica, como se desprende de la definición.*
- *Utilizan el ordenador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.*
- *Son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los estudiantes.*
- *Individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.*
- *Son fáciles de usar. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un vídeo, es decir, son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.”*

Dentro de los softwares educativos, cobran gran importancia las **simulaciones**. *“Una simulación por ordenador es un programa que pretende reproducir, con fines docentes o investigativos, un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados que el mismo puede presentar, estando cada estado descrito por un conjunto de variables que varían mediante la interacción en el tiempo de un algoritmo determinado”* (Alfonso, C.,2004).

Las simulaciones contienen un modelo de un sistema físico que provee una representación interactiva de la realidad y permiten la exploración y visualización gráfica del mismo, en un entorno dinámico, pudiendo el operador interactuar con el sistema modificando su estado, cambiando parámetros y observando el resultado producido (Meza y otros, 2007).

Básicamente se tienen dos tipos de simulaciones. Los **software de simulación** que son programas que deben ser instalados previamente en la computadora para poder ejecutarlos y **los applets**, que son programas escritos en lenguaje Java, que se pueden ejecutar directamente desde la página web en la que están insertos. Existen softwares que requieren el pago de una licencia de uso al creador pero también existe una gran oferta de software para educación del tipo “libre”.

Los applets, generalmente son de uso libre y mucho más pequeños desde el punto de vista informáticos, requieren de poco tiempo para cargarse en la computadora y se presentan como animaciones visuales con posibilidad de interacción por parte del usuario. Son creados en universidades o centros de investigación educativa.

Según el grado de interactividad que permiten pueden distinguirse dos tipos de applets: los que solamente permiten visualizar el fenómeno, sin poder hacer mediciones y los que además permiten obtener datos numéricos de las variables involucradas en el fenómeno que simulan (Bohigas y otros,2003). Dentro de este último grupo pueden distinguirse además, aquellos que acompañando a la visualización del fenómeno y los valores numéricos, presentan la construcción de gráficas cartesianas, que muestran como se puede expresar y /o representar la información de un sistema.

Las simulaciones utilizadas como recurso didáctico amplían el campo de lo sensible-sensorial frente a lo abstracto, habilitando nuevas formas de experimentación, interpretación y organización de la información.

El educador en ciencias debe estar preparado para aprovechar la potencialidad de estos

recursos tecnológicos disponibles y para realizar un análisis crítico de lo que cada recurso posibilita y/o inhibe en términos de aprendizajes (Marchisio, 2003) Es por ello que se dice que estos recursos informáticos serán útiles siempre que “*sean incorporadas con enfoques adecuados y dentro de secuencias didácticas pensadas responsable y críticamente*” (Lucero, 2009).

En el caso del ciclo básico de la educación secundaria, el aprendizaje de la Física apunta a conocer los conceptos fundamentales de estructura de la materia, interacciones y transformaciones de la energía, para describir y explicar los fenómenos que intervienen en la vida cotidiana, articulando la Física y la Química en un proceso de alfabetización científica que contribuya al desarrollo y aplicación de las habilidades y destrezas relacionadas con el pensamiento científico, que permiten interpretar la información que se recibe en un mundo cambiante en el que los avances que se van produciendo tienen una influencia decisiva en la vida personal, en la sociedad y en el mundo natural. Debe insistirse en manejar abundantes ejemplos y descripciones de fenómenos y avances científicos, aún si el nivel de las explicaciones es elemental, usando recursos concretos como esquemas, dibujos, maquetas y materiales multimediales. (Diseño Curricular Jurisdiccional –DCJ- Ciclo Básico Educación Secundaria Orientada, Prov. Corrientes).

En este sentido las simulaciones tienen gran potencial como recurso para generar “desempeños de comprensión” (Perkins, 2005), por la claridad de las imágenes y la posibilidad de cambiar las variables que describen un sistema, y luego realizar explicaciones fundadas a la luz de la teoría científica que las sustenta.

“*Las simulaciones pueden ayudar a los estudiantes a construir modelos mentales de sistemas físicos*” (Redisch, 2004) que puedan funcionar como niveles de análisis intermedios entre el fenómeno real y el modelo matemático resultante, que es el modelo conceptual explicativo de la ciencia (Moreira, 1998).

Así entonces “comprender un concepto” en Física es poder entender cómo funciona el modelo conceptual explicativo y aplicarlo para

generar explicaciones fundadas a las situaciones del mundo físico.

Propuesta didáctica

La secuencia didáctica que se muestra es un caso concreto de actividades para ser respondidas haciendo uso de algunos applets de física de uso libre y disponibles en la web. Los mismos se visualizan siempre que se tenga instalado Java en el ordenador. Es una secuencia pensada para Físico- Química del ciclo básico de la educación secundaria, donde los estudiantes tienen 13 ó 14 años. Esta secuencia puede formar parte del grupo de actividades que habitualmente el profesor diseña para la enseñanza de un determinado contenido.

Siguiendo las recomendaciones dadas en Giacosa y otros (2007), para seleccionar applets de uso gratuito para la enseñanza de la Física, se definieron algunas categorías consideradas relevantes, bajo las cuales se analizaron las simulaciones elegidas, desde aspectos funcionales y estéticos que contribuyen a su funcionalidad didáctica para la comprensión de los fenómenos físicos en estudio. Estas categorías son:

Origen: referida al sitio donde está publicada, que permita identificar el respaldo de alguna institución académica o similar.

Accesibilidad: si es fácil acceder a ella con cualquier navegador.

Idioma: si es posible visualizarla en castellano

Estética: si la presentación de dibujos y gráficas es clara y fácilmente entendible.

Parámetros: si permite la posibilidad de manipular variables físicas en forma numérica o similar.

Usabilidad: facilidad para ser aprendida, pudiendo entenderla con solo navegar por la simulación o presenta instrucciones de uso precisas.

Portabilidad: si permite descargar a la PC sin necesidad de usar conexión a internet.

El hecho de que las simulaciones elegidas cumplan con estas categorías, las convierte en un recurso didáctico potencialmente funcional para generar desempeños de comprensión en el

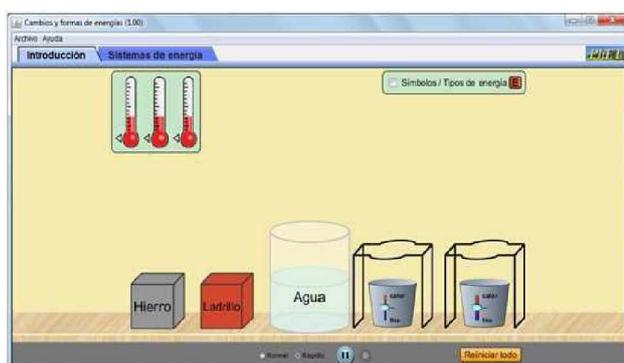
proceso enseñanza- aprendizaje de la Física en los primeros años de la educación secundaria.

Diseño de la propuesta

Se utiliza la simulación *Cambios y formas de energía* de las Simulaciones Interactivas PhET de Física de la Universidad de Colorado, disponible en español en la dirección:

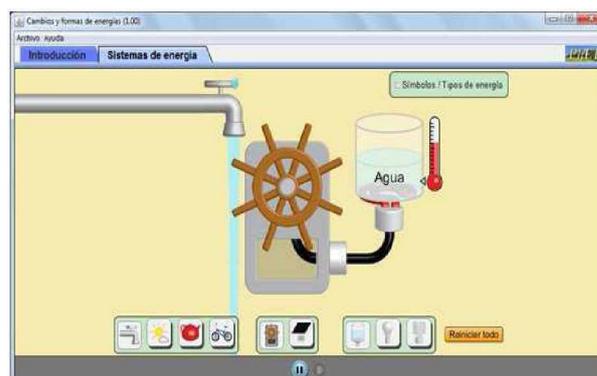
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/translated/es>, cuya página principal es: <http://phet.colorado.edu/>

La simulación permite visualizar cualitativamente los fenómenos de transferencia de calor y transformaciones de la energía, posibilitando al operador introducir cambios y observar los resultados obtenidos. Consta de dos secciones: la primera, en la pestaña “*introducción*”, se pueden manipular distintos materiales (recipiente con agua, bloque de hierro, ladrillo) para calentarlos y ponerlos en contacto y observar la transferencia de energía de un cuerpo a otro de diferente temperatura; se dispone de termómetros que permiten hacer mediciones de una manera aproximada, ya que no tienen escala graduada.



Fuente: captura de pantalla de la simulación

En la segunda sección, pestaña “*sistemas de energía*”, proporciona distintas fuentes y objetos para construir diferentes sistemas energéticos con el fin de visualizar los tipos de energía y cómo ésta se transforma a lo largo del circuito empleado.



Fuente: captura de pantalla de la simulación

En ambas secciones aparece la pestaña Símbolos/tipos de energía, que al activarla muestra cómo fluye la energía y con un código de colores permite leer el tipo de energía que es (mecánica, eléctrica, térmica, lumínica, química).

Contenidos conceptuales involucrados: tipos de energía y sus transformaciones

Contenidos procedimentales: construcción de diferentes sistemas energéticos en un entorno virtual

Objetivos específicos

Saber cómo se transfiere la energía entre los cuerpos; Reconocer las transformaciones de la energía en distintos sistemas físicos; Trabajar con la lógica del diseño experimental.

Actividades para los alumnos

- 1- Ingrese al sitio <https://phet.colorado.edu/es/simulations/translated/es> y navegue libremente por las dos secciones que aparecen en las pestañas superiores “*introducción*” y “*sistemas de energía*”, a efectos de conocer las posibilidades que brinda cada una.
- 2- Seleccione la pestaña *introducción*, sin tildar la casilla símbolos.
- 3- Arrastre con el mouse los termómetros colocándolos en el lado derecho del recipiente con agua y del bloque de hierro.
- 4- Coloque el bloque de hierro sobre uno de los soportes y caliente hasta la máxima temperatura posible.
- 5- Lleve el bloque de hierro calentado e introduzca dentro del recipiente con agua, teniendo cuidado de que los termómetros estén

situados al mismo nivel para la mejor observación.

6- Observe lo que sucede al poner los cuerpos en contacto. Registre y explique lo sucedido.

7- Repita todo el procedimiento anterior, habiendo tildado la casilla símbolos de energía. Observe y explique usando el concepto de transferencia de energía.

8- Repita el mismo fenómeno armando otro sistema físico y explique la situación fundamentadamente; capture la pantalla como registro de lo realizado.

10- Diseñe un procedimiento que le permita asignar valores a la escala de los termómetros que aparecen en la simulación, usando los conceptos de puntos fijos de un termómetro; enumere los pasos del procedimiento.

11- Un ladrillo se calienta hasta 50°C y se lo introduce dentro de un recipiente con agua hirviendo; explique qué pasará, ¿cuál es la temperatura aproximada del sistema ladrillo-agua? Compruebe con la simulación; capture las pantallas como registro de lo realizado.

12- Seleccione la pestaña “sistemas de energía”.

13- Arme distintos sistemas que le permita encender el foco convencional; capture las pantallas de cada caso.

14- Explique las transformaciones de la energía que ocurre en cada sistema armado.

15- Alguno de los sistemas que armó ¿se corresponde con las transformaciones de una central hidroeléctrica? Muestre cuál.

16- Arme un sistema de energía que sea renovable; explique por qué lo es; capture la pantalla como registro.

17- Arme dos sistemas para calentar agua; muéstrelas.

18- Diseñe un procedimiento que le permita comprobar cuál de esos sistemas es más eficiente; enumere los pasos y compruebe la eficiencia.

19- Presente el resultado de la actividad del ítem anterior según el formato de informe científico.

Análisis didáctico

Esta simulación elegida, al ser originada por investigadores de una Universidad prestigiosa como la de Colorado, se tiene la fiabilidad académica del material con el que se trabajará. Si bien el lugar de origen no es de habla hispana, las simulaciones están diseñadas para visualizarlas en el idioma de preferencia, lo que permite su uso fácilmente en español, con solo marcar el idioma en la página de acceso.

En sus dos secciones, presenta un aspecto estético simple y claro de comprender. Los dibujos representan dispositivos que se asemejan a los reales, lo que hace que el entorno virtual sea muy semejante al real. No se requiere de procesos cognitivos superiores que hagan decodificar lo representado pictóricamente para asimilarlo a la realidad. Se puede descargar a la PC y usarla sin necesidad de conexión a internet, lo que permite poder disponer de ella en las aulas escolares, aún no teniendo conectividad.

Si bien estas simulaciones no presentan la posibilidad de asignar valores numéricos a las variables que intervienen en el fenómeno que representan, permite hacer variaciones cualitativas de la situación física y apreciar aumentos o disminución de temperatura a través de los termómetros presentados. El flujo de la energía y los tipos de energía involucrados son visibles claramente.

La resolución de problemas es una de las estrategias preferidas para la enseñanza de la física. Perales Palacios (2000), según la tarea requerida para su resolución, clasifica a los problemas de física en: problemas cuantitativos, los que demandan determinaciones numéricas, empleando ecuaciones y algoritmos de resolución; problemas cualitativos, cuando requiere de razonamientos lógicos deductivos que llevan a una explicación científica de la cuestión; y problemas experimentales, cuando se necesita recurrir a actividades específicas de manipuleo de material de laboratorio.

El ejemplo aquí presentado puede ser utilizado según el criterio del docente, como actividad para introducir el tema o como

actividad de fijación, después de haber dado algunos conceptos teóricos. Si fuera como introducción al tema, los alumnos pueden ir construyendo los conocimientos, partiendo de la idea intuitiva de energía como “algo que genera trabajo” y visualizar los diferentes tipos, en sistemas que le resultarán conocidos. Para las actividades de la primera parte, con solo tener la idea de temperatura, aunque no sea la científicamente correcta, pero sí la de que es una variable apreciable en los cuerpos a través del termómetro, ya se tienen conocimientos previos que le permitirán manipular el dispositivo representado, analizar la situación observada e inferir explicaciones, que podrán después ser reelaboradas, al trabajar más específicamente los conceptos, ya sea desde explicaciones dadas por el profesor o con lectura en material bibliográfico pertinente.

En la segunda parte, se construyen distintos sistemas energéticos y se los analiza identificando los tipos de energía involucrados en el proceso de transformación. Las consignas referidas a la central hidroeléctrica y energías renovables actúan como cuestiones que llevan a ir en la búsqueda de conceptos que no son identificables en la información que brinda la simulación.

En el trabajo en las dos secciones de la simulación, se han introducido cuestiones que lleven a la operación de un diseño experimental, tal como el caso de determinar la escala del termómetro y poder medir la temperatura final de un sistema de dos cuerpos que llega al equilibrio térmico, como la cuestión en la cual hay que decidir sobre la eficiencia de un sistema para calentar agua por sobre otro. En estos casos se estarían resolviendo problemas experimentales.

La última actividad está pensada para iniciar a los estudiantes en la redacción de un informe de clase experimental, como si fuera un informe científico. Ello requiere de clases previas en las cuales se haya enseñado este contenido procedimental -redacción de informe científico- habiendo trabajado con situaciones simples.

Reflexiones finales

Con esta simulación se pudieron generar actividades que son entendidas como problemas cualitativos y experimentales. Las consignas diseñadas ponen al estudiante en situación de realizar desempeños vinculados con los modos de “pensar y hacer experimental” tales como observar y describir lo que miran, entendiendo a la observación como un mirar con un fin determinado, que conlleva una elaboración mental más que el solo acto de percibir por los ojos (Graziosi, 2007); interpretar cambios en un sistema; diseñar procedimientos experimentales; comunicar en forma oral o escrita los resultados y las inferencias realizadas.

Todos estos son en realidad desempeños de comprensión, que permiten al estudiante construir su conocimiento de una manera significativa. Los desempeños de comprensión obligan a los estudiantes a expandir sus mentes, a pensar avanzando más allá de lo que se dice, con actitudes desde una perspectiva crítica (Stone Wiske, 2006)

Hay que notar que las consignas fueron pensadas para generar explicaciones, tanto conceptuales como de procedimientos, permitiendo así al alumno a que desarrolle la capacidad de argumentar y comunicar resultados, en forma oral o escrita, en concordancia con las expectativas de logro planteadas en el DCJ de la Provincia de Corrientes.

Se ve claramente que en actividades como estas se aleja de la postura de que resolver problemas en Física significa hacer engorrosos cálculos con fórmulas difíciles de aprender. Si bien para este nivel no está previsto presentar los contenidos con tanta rigurosidad matemática, estos problemas aquí diseñados, sí apuntan a la rigurosidad argumentativa de la ciencia, aunque el nivel de profundidad del contenido “*sea elemental y pueda considerarse insuficiente desde un punto de vista riguroso* (DCJ, p227). Hay que tener presente que estas actividades están diseñadas para estudiantes de 13 o 14 años y que por primera vez en la educación secundaria

abordan contenidos específicos de física o química y no de ciencias naturales como en la primaria.

En ningún momento se piensa en verificar cuánto aprenden con este tipo de actividades, ni justificar si el uso de simulaciones ayuda a aprender mejor. El supuesto de que las simulaciones son potencialmente significativas para el aprendizaje es tomado como base de este proyecto. Si bien esta secuencia de actividades solo ha sido puesta en práctica en un curso de práctica de residentes, y no ha sido valorada aún en las aulas de las escuelas asociadas, los resultados observados de su implementación han sido satisfactorios. Del registro de observación del profesor de práctica se tiene que los estudiantes han manejado con solvencia la simulación, en cuanto a su acceso, descarga y manipulación del entorno. Se mostraron entusiasmados en la realización de las tareas. Las consignas fueron interpretadas fácilmente y pudieron trabajar en un clima de orden y respeto, bajo las orientaciones generales del profesor residente. Las mayores dificultades se han tenido en la forma de expresar las respuestas, donde se confirma una vez más el problema del manejo del lenguaje, que ya es una constante en toda la educación secundaria, inclusive en los primeros años de la universidad.

Esta es una de las primeras secuencias didácticas diseñadas en el marco del proyecto de investigación, con la cual comenzamos a escribir el material de apoyo para la enseñanza de la física, que será puesto a disposición de los docentes de la región, cumpliendo así la universidad con la función de brindar servicios a la sociedad.

Bibliografía

*Alfonso, C. A. (2004). Prácticas de laboratorio de física general en internet. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol 3- Nº 2.

*Bohigas, X.; Jaén, X. y Novell, M. (2003) Applets en la enseñanza de la Física. Enseñanza de las ciencias, 21(3), 463-472.

*Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2007) Orientaciones para seleccionar applets de uso libre para la enseñanza de la física. Memorias del VII Encuentro de la Red de Docentes que Hacen Investigación Educativa - II Encuentro Nacional de Colectivos Escolares y Redes de Maestros que Hacen Investigación desde la Escuela. Casilda, Santa Fe. 24 y 25 de Agosto.

*Graziosi, C y Angeloni, G. (2007). Educar en Física. Módulo 2. Programa de Actualización Disciplinar. Ministerio de Educación Provincia de Río Negro. Disponible en <http://www3.educacion.rionegro.gov.ar/sitio/archivos/disciplinar/modulo2/FisicaModuloII.pdf> (visto el 25/10/2011).

*Lucero, I. (2009) El laboratorio virtual en prácticas de Física moderna. Primeras relatorías de Experiencias Pedagógicas con aplicación de nuevas tecnologías. Programa de Formación Docente Continua. Universidad Nacional del Nordeste. Campus Universitario Resistencia. Resistencia. Chaco

*Marchisio, S, (2003) Tecnología, educación y “nuevos ambientes de aprendizaje”. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente RUEDA, 5, 10-19

*Meza, S., Lucero, I., Aguirre, Ma. S. (2003) Experimentos de física en ambiente real y virtual. Ponencia virtual. II Conferencia Internacional “Problemas pedagógicos de la educación superior”, organizada por la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas- Santa Clara- República de Cuba

*Meza, S.- Lucero, I. y otros. (2007) ¿Cómo diseñamos la práctica docente con nuevos recursos? Módulo 2- 2ª parte en Material del curso de capacitación a docentes: Problemas de Física- Estrategias y recursos didácticos con empleo de NTICs. Proyecto PICT 04-13646 Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/polimodal.

*Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza/aprendizaje de la física y en la investigación en ese campo. Memorias del 4º Simposio de Investigadores en Enseñanza de

la Física. Conferencia inaugural. La Plata.
451- 464

*Peré Marqués El software educativo.
Universidad autónoma de Barcelona.
Biblioteca virtual de Tecnología Educativa.
Disponible en
http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software/#index (visto 10/11/2014)

*Perales Palacios, Javier (2000). Cap 12
Resolución de problemas, en Didáctica de las
Ciencias Experimentales. Marfil. Alcoy;
España

*Redish, Edward (2004). Prólogo a los Fislets
para el profesor de Física, en Esquembre
Francisco y otros Fislets: Enseñanza de la
Física con material interactivo. Pearson
Educación. Madrid.

* Simulaciones Interactivas PhET de Física
de la Universidad de Colorado. Disponible en
español en:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/translated/es>. (visto el 22/4/2014)

*Stone Wiske, M.(2006). Enseñar para la
comprensión con nuevas tecnologías. Paidós.
Bs. As.