

EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN COMO RECURSO PARA EXPERIMENTAR EN SITUACIONES FÍSICAS IDEALES

Carla Inés Maturano ^{1,2} y Graciela Inés Núñez ¹

¹ Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.), Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan.

Av. I. de la Roza 230 (oeste). San Juan. Argentina. Tel-Fax: 0264-4228422. Int. 121.

E-mail: cmatur@ffha.unsj.edu.ar; cmatur@gmail.com; gnunez@ffha.unsj.edu.ar

² Departamento de Geofísica y Astronomía. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan.

Eje de trabajo: Eje 3: ¿Cómo seleccionar, diseñar y desarrollar un ambiente educativo con tecnologías digitales?

Tipo de trabajo: Relato de experiencia

Palabras claves: nuevas tecnologías – simulaciones – aprendizaje - Ciencias Naturales – situaciones físicas ideales

Resumen

En este trabajo presentamos una propuesta que introduce las nuevas tecnologías en el aula de Física y de Química a nivel universitario. Hemos trabajado con una simulación que representa procesos que requieren ciertos refinamientos experimentales muy difíciles de lograr en un laboratorio real. El software permite estudiar las propiedades de los gases ideales mediante el análisis del comportamiento de las moléculas del gas contenidas en una caja, cuando se varía el volumen, se añade o se quita energía en forma de calor o se cambia el tamaño de las moléculas, entre otras modificaciones posibles. Describimos la aplicación de una experiencia que incluye el diseño de experimentos, cuyos resultados sean similares a los mostrados en una serie de gráficas cartesianas, y su realización siguiendo una secuencia similar a la que se lleva a cabo en un laboratorio real. Pedimos a los estudiantes que se autoevaluaran en relación a su experiencia anterior en la realización de experimentos de laboratorio y relacionamos estos datos con la adecuación de los

experimentos propuestos en esta experiencia. Podemos afirmar que el recurso utilizado mejoraría la calidad de los aprendizajes y contribuiría a la solución de la falta de material de laboratorio para experimentar en ciertos temas.

Abstract

In this paper we present a proposal which introduces new technologies in the classroom of Physics and Chemistry at university level. We worked with a simulation that represents processes that require some experimental refinements which are very difficult to achieve in a real laboratory. The software allows the study of the properties of ideal gases through the analysis of the behavior of the molecules of the gas contained in a box, when the volume of the box is varied or when energy as heat is added or it is removed or the size of the molecules is changed, among other possible changes. We describe the application of an experience, including design of experiments whose results are similar to those shown in some diagrams, and its realization in a sequence similar to that which takes place in a real laboratory. Students were asked to self-assess their previous experience in laboratory experiments and we related these data with the adequacy of the proposed experiments in this study. We can conclude that the used resource would improve the quality of learning and contribute to solve the lack of laboratory equipment to experiment on certain issues.

Antecedentes y fundamentos

El interés que despierta en los jóvenes el uso de tecnologías en su cotidianeidad constituye una ventaja del material educativo computarizado frente a materiales tradicionales (Palomares Parada y Villareal Hernández, 2009). Las nuevas tecnologías generan escenarios diferentes y nuevas posibilidades sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje dado que requieren de la participación activa del estudiante (Coll, Mauri y Onrubia, 2008). Además, favorecen el desarrollo de habilidades y destrezas intelectuales, procedimentales y emocionales, al mismo tiempo que la formación de competencias fundamentales para su desarrollo futuro (Salinas, 2004).

Sin embargo, el sólo uso de las nuevas tecnologías no genera cambios significativos en las estructuras conceptuales y metodológicas de quien aprende. Aunque nadie cuestiona actualmente si deben o no usarse, nos preguntamos acerca del modo más adecuado de introducirlas en el aula. Así, la tecnología puede ser una valiosa herramienta y un vehículo para el alcance de los objetivos propuestos y, simultáneamente, un instrumento que, bien

utilizado, puede convertir al proceso de aprendizaje, en atractivo y motivante (Morales López y Poveda Vásquez, 2009).

En la actualidad, existe gran cantidad de software disponible con animaciones y/o simulaciones computacionales que permiten al alumno una mayor aproximación a los fenómenos, en temas que son difíciles de ser comprendidos. Para Monereo y Romero (2008) las simulaciones consisten en la aplicación de un modelo que trata de representar un sistema real y su objetivo es que se comprenda el comportamiento del sistema. Al respecto, del Carmen (1997) afirma que las simulaciones representan procesos o fenómenos en los que pueden controlarse variables y observar los efectos de sus variaciones en función de la selección realizada.

En esta investigación se hace referencia a las simulaciones computacionales desarrolladas por la Universidad de Colorado (PhET, 2007) basadas en Java, con el apoyo de Flash, para su diseño. Las mismas son de acceso libre y gratuito. Las simulaciones PhET constituyen un conjunto de herramientas interactivas, ampliamente probadas y evaluadas para su validación, que permiten a los usuarios establecer conexiones entre los fenómenos reales y la ciencia subyacente que los explica (Cabrero Fraile et al., 2010).

Las simulaciones computacionales favorecen la motivación de los alumnos y ayudan en la comprensión de conceptos y situaciones físicas ideales que no pueden ser “visualizados” en el aula o en el laboratorio, constituyéndose en sistemas alternativos de enseñanza de las Ciencias Naturales basados en las nuevas tecnologías (Cabrero Fraile et al., 2010).

Por otra parte, si comparamos un laboratorio virtual con los laboratorios tradicionales, destacamos que los primeros tienen una mayor flexibilidad y solucionan problemas de distancias, tiempo y recursos. También permiten tanto la integración de saberes como el desarrollo de competencias y habilidades en determinados temas, sin limitaciones de espacio (Pérez, Amaya y Ramos, 2006). Otra de las ventajas, que destacamos en esta presentación, se asocia a la posibilidad de la manipulación de variables que podrían ser inobservables o difíciles de medir con el instrumental existente en los laboratorios, permitiendo, además, solucionar problemas referidos a la inexistencia de material para determinados experimentos. La realización de experimentos mediante simulaciones en una computadora, sin la necesidad de comprar un equipo y materiales costosos o peligrosos, constituye una ventaja que impacta en el proceso de aprendizaje (Cataldi, Donnamaría y Lage, 2009). Estos autores mencionan también ventajas que se relacionan con el trabajo individual y la posibilidad de repetir las experiencias hasta la adquisición de las

competencias para efectuarlas en forma exitosa. Así, los estudiantes expuestos a experiencias de simulaciones interactivas de laboratorios, a través de multimedia, mejorarían el dominio del material y de los procedimientos que deberían aplicar en las prácticas reales.

Compartimos las apreciaciones de los autores antes citados respecto a las virtudes de las simulaciones de prácticas experimentales y, aunque reconocemos la posibilidad de desarrollo de ciertas competencias, también queremos destacar que no por eso siempre se deben sustituir los prácticos de laboratorio reales por los virtuales. Ambos deben complementarse ya que, aunque permiten el desarrollo de competencias comunes, cada uno brinda la oportunidad de lograr el desarrollo de capacidades particulares de su metodología de trabajo.

Objetivo general

- Favorecer el aprendizaje de las Ciencias Naturales mediante la utilización de nuevas tecnologías en situaciones físicas ideales.

Objetivos específicos

- Diseñar y aplicar modos y tareas para utilizar nuevas tecnologías en la simulación de experimentos en Ciencias Naturales.
- Evaluar el logro de competencias necesarias para el aprendizaje y para el trabajo experimental a través de la aplicación de la propuesta diseñada.

Desarrollo

Nuestra investigación se ha desarrollado en un contexto universitario pero puede ser extensiva a otros ámbitos educativos vinculados con las Ciencias Naturales, teniendo en cuenta que los alumnos posean ciertas competencias previas en el uso de las herramientas y procedimientos básicos en el manejo de computadoras.

Para trabajar con los estudiantes diseñamos una guía de actividades basada en la simulación de experimentos. La herramienta seleccionada es el software educativo disponible en Internet en <http://phet.colorado.edu/> que consiste en simulaciones denominadas applets que representan fenómenos permitiendo la interacción de los estudiantes de manera semejante a la forma de trabajo científico en el laboratorio real. Un

applet es un programa en lenguaje Java que permite ejecutar experimentos. Los applets incluyen instrumentos de medición que el estudiante puede manipular para obtener variaciones inmediatas al realizar cambios en el sistema en estudio.

La guía diseñada incluye actividades individuales y grupales para un mejor aprovechamiento del recurso a fin de aumentar la significatividad del aprendizaje. Tales actividades consisten en: la identificación de las magnitudes físicas involucradas en los procesos, el diseño de experimentos, el control de variables, la observación de sus efectos, la medición, la confección y el análisis de gráficas cartesianas y la elaboración de conclusiones. Esta guía puede adaptarse a diversos temas para su utilización en cursos universitarios o de secundaria con orientación en Ciencias Naturales teniendo en cuenta las características y posibilidades de los applets de PHET.

La propuesta elaborada consta de cuatro instancias:

Primera instancia: El docente presenta el software seleccionado realizando cambios en las diferentes magnitudes para que los estudiantes conozcan las posibilidades y limitaciones del applet. Es muy importante realizar esta actividad inicial para favorecer la segunda instancia.

Segunda instancia: Los alumnos proponen, en forma escrita e individual, el diseño de experimentos para obtener resultados similares a los mostrados en las gráficas cartesianas incluidas en la prueba. En esta actividad es necesario que los alumnos pongan en práctica algunas habilidades procedimentales relacionadas con el manejo de variables y la identificación de las variables independiente y dependiente en un experimento, entre otras. También los estudiantes deben evaluar y puntuar su experiencia en la realización de experimentos de laboratorio en una escala del 0 al 10. Esta actividad se incluye a fin de relacionar posteriormente la propia percepción del conocimiento de las habilidades del trabajo en laboratorio con la adecuación de los experimentos. El docente analiza las propuestas de los estudiantes.

Tercera instancia: Algunos alumnos realizan con el software los experimentos propuestos, con proyección en pantalla, a fin de que el resto pueda visualizar claramente e intervenir en la dinámica áulica. La realización de las experiencias es guiada por el docente, quien mediante su intervención busca favorecer el aprendizaje de habilidades experimentales mediante la utilización del sistema de adquisición de datos provisto por el software utilizado.

El desarrollo de la experimentación tiene una secuencia similar a la que se lleva a cabo en un laboratorio real en: a) el cuidado al realizar las mediciones, b) la espera de los tiempos adecuados hasta la estabilización del sistema en estudio y c) la realización de varias

mediciones para obtener el comportamiento promedio del sistema en las condiciones dadas. Posteriormente los estudiantes representan gráficamente las mediciones obtenidas y relacionan el modelo matemático que se ajusta a dichos datos con las gráficas cartesianas proporcionadas.

Cuarta instancia: Se discuten en conjunto las conclusiones resumiendo las relaciones matemáticas que vinculan las variables en estudio y se comentan las dificultades salvadas durante el trabajo con la simulación y las potencialidades que han quedado inexploradas en el abordaje seleccionado.

En este trabajo describimos la aplicación del software referido a las propiedades de los gases que permite analizar el comportamiento de las moléculas del gas ideal contenidas en una caja, cuando se varía el volumen, se añade o quita energía en forma de calor o cambia la gravedad, entre otras modificaciones posibles (Maturano y Núñez, 2011). El applet permite medir la temperatura y la presión, calcular el volumen a partir de la medición de la longitud de la caja y contar el número de partículas de gas que forman el sistema, entre otras operaciones, para luego relacionar entre sí las magnitudes físicas intervinientes. Este software, además de las virtudes ya descritas anteriormente para estos recursos, permite solucionar la inexistencia de material de laboratorio para experimentar con gases, debida a la sofisticación de los instrumentos (que deberían trabajar a presiones extremadamente bajas) para lograr resultados que se acerquen al comportamiento del gas ideal.

En esta investigación nos propusimos no solamente evaluar la utilización de la guía de actividades diseñada sino también indagar sobre el aprendizaje de competencias científicas básicas relacionadas especialmente con el trabajo experimental, aunque algunas de las competencias indagadas son extensivas a todos los ámbitos de aprendizaje. Las competencias analizadas se detallan a continuación:

- *Competencias básicas para el aprendizaje (lectura e interpretación de textos y realización de operaciones matemáticas sencillas).*
 - *Determinación de condiciones tanto cualitativas como cuantitativas de las variables pertinentes para el análisis de una situación física.*
 - *Propuesta de experimentos que muestren relaciones entre dos variables argumentando su selección.*
 - *Confeción e interpretación de gráficas cartesianas.*
 - *Realización de experimentos utilizando simulaciones.*

- *Autoevaluación del propio conocimiento y desempeño en la realización de actividades experimentales.*

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta propuesta nos permiten diagnosticar algunas dificultades de los estudiantes, referidas a competencias necesarias para el aprendizaje y otras características del trabajo experimental. Para su análisis, estas dificultades han sido agrupadas en seis categorías referidas a las competencias mencionadas:

- *Competencias básicas para el aprendizaje:* En la instancia de propuesta de experimentos, interpretación equivocada de la consigna redactando conclusiones que pueden obtenerse a partir de las gráficas.
- *Competencia para determinar condiciones tanto cualitativas como cuantitativas de las variables pertinentes para el análisis de una situación física:* Variación indiscriminada y modificación en forma simultánea o utilización inadecuada de variables.
- *Competencia para proponer experimentos que muestren relaciones entre dos variables argumentando su selección:* Influencia de concepciones alternativas tanto en la relación de variables propuestas en los experimentos como en la fundamentación de sus razonamientos para explicar las relaciones entre variables.
- *Competencia para comprender gráficas cartesianas:* Interpretación matemática sin vinculación con la realidad física que representa, falta de relación entre gráficas vinculadas y propuesta reproducción experimental de puntos de la gráfica que no tienen significado físico real.
- *Competencia para realizar experimentos utilizando simulaciones:* Falta de discriminación de variables independiente y dependiente posibles de trabajar con el software propuesto y confusión entre medidas y cálculos.
- *Competencia para autoevaluar su propio conocimiento y desempeño en la realización de actividades experimentales:* Respecto a los puntajes asignados por cada uno a su experiencia personal en la realización de experimentos de laboratorio, obtuvimos un puntaje medio de 5,2. Si relacionamos el puntaje con el desempeño de cada estudiante en esta prueba notamos que los que se asignaron puntajes bajos o medios (0-6):

- se limitaron en muchos casos a analizar las gráficas cartesianas proporcionadas y no a proponer experimentos para reproducir sus resultados.
- no respondieron en algunos casos manifestando en forma oral su desconocimiento acerca de cómo proponer un experimento adecuado.
- mostraron graves dificultades en el manejo de las variables.

Por otra parte, los alumnos que se asignaron a sí mismos puntajes altos (7-10) generalmente:

- fueron capaces de esbozar y en algunos casos de detallar diseños para realizar los experimentos.
- presentaron diferencias en cuanto al logro del manejo de variables (control y discriminación de variables independiente y dependiente) tanto de un alumno a otro como para un mismo alumno. Surgen discrepancias en este aspecto incluso para una misma prueba de una figura a otra, siendo capaces de realizar un buen manejo en algunos casos y no en otros. Esto podría estar indicando que el manejo de las variables en un experimento científico es una competencia parcialmente lograda, aún para aquellos estudiantes con mayor experiencia en el trabajo de laboratorio.

Conclusiones

Del análisis de la realización de los experimentos en la clase utilizando el software, a partir del registro de las actuaciones, pudimos apreciar algunas ventajas de la propuesta tales como:

- las falencias detectadas en los experimentos propuestos pudieron discutirse y subsanarse con la participación de los estudiantes con mayor experiencia y la guía del docente;
- la posibilidad de repetir los experimentos y mediciones en tiempos acordes a la disponibilidad horaria de los cursos;
- el aprendizaje de los contenidos conceptuales, en forma conjunta con los procedimientos de adquisición e interpretación de los datos, la que fomenta una concepción de la ciencia muy diferente a la que se promueve desde otros enfoques de la práctica áulica, más alejados del quehacer científico.

Las propuestas de utilización de software para simular experimentos como la que se presenta en este trabajo requieren repensar la función del docente. La utilización de nuevas tecnologías en la enseñanza de competencias hace que el papel del profesor no pueda ser el mismo. Necesitamos educadores que conozcan y utilicen de forma competente los recursos que ofrecen las TIC y puedan coordinar adecuadamente las nuevas experiencias educativas (Monereo y Pozo, 2008). La metodología debe cambiar y esto requiere de la utilización de recursos diferentes en la enseñanza para lo cual los docentes debemos estar preparados (Mayo, 2003). Al trabajar en el aula con propuestas de este tipo, el docente debe cumplir funciones de tutor, orientador, motivador y experto tecnológico para lo que necesita nuevas competencias (tecnológicas, sociales y de comunicación, teóricas y psicopedagógicas) a fin de desenvolverse adecuadamente ante los cambios en la forma de enseñar (Morales López y Poveda Vásquez, 2009).

Como consecuencia de este estudio, podemos afirmar que muchos de los inconvenientes detectados respecto a la adquisición de competencias podrían solucionarse a partir de la práctica experimental frecuente, ya sea que se realice en un laboratorio real o virtual. Los resultados obtenidos muestran que la escasa realización de experimentos en las distintas etapas de formación de los estudiantes impactaría en el desarrollo de ciertas competencias indispensables para el aprendizaje de contenidos científicos. Así, la escasez de material para la realización de prácticas de laboratorio que permitan medir o reproducir algunas leyes de la Física o de la Química en situaciones físicas ideales, podría estar influyendo no sólo en el aprendizaje de contenidos conceptuales sino también de ciertos procedimientos que son básicos. Por lo tanto, algunas ventajas del recurso presentado se relacionan con la solución de la falta de material de laboratorio para experimentar en ciertos temas y el desarrollo de competencias necesarias en el aprendizaje e investigación en Ciencias Naturales.

Bibliografía

- Cabrero Fraile, F. J.; Sánchez Llorente, J. M.; Sánchez García, A. B.; Borrejo Sánchez, J.; Rodríguez Conde, M^a J.; Cabrero Hernández, M. y Juanes Méndez, J. A. (2010). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física Médica. En *Avances tecnológicos digitales en metodologías de innovación docente en el campo de las Ciencias de la Salud en España*. Recuperado el 29 de marzo de 2011 en http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/7071/7104

- Cataldi, Z.; Donnamaría, M. y Lage, F. (2009). Didáctica de la Química y TICs: Laboratorios Virtuales, Modelos y Simulaciones como Agentes de Motivación y de Cambio Conceptual. *Proceedings del IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Recuperado el 19 de abril de 2011 en <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/articulos-y-comunicaciones/TEyET-2009-Cataldi-80-89.pdf>
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas. En *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación* (pp. 213-222). Madrid: Editorial Morata.
- Del Carmen, L. (Coord.) (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Cuadernos de Formación del Profesorado. Universitat de Barcelona. Buenos Aires: ICE/HORSORI.
- Maturano, C. y Núñez, G. (2011). Diagnóstico y aprendizaje de habilidades propias del quehacer científico utilizando TIC. *Memorias del II Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología*. Catamarca, 6 al 8 de junio de 2011.
- Mayo, R. (2003). *Competencias clave de la formación profesional en la sociedad del conocimiento*. Recuperado el 29 de marzo de 2011 en <http://www.cesdonbosco.com/revista/congreso03.asp>
- Monereo, C. y Pozo, J. I. (2008). El alumno en entornos virtuales: Condiciones, perfiles y competencias. En *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. (pp. 109-131). Madrid: Editorial Morata.
- Monereo, C. y Romero, M. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en sistemas de emulación cognitiva. En Coll, C. y Monereo, C. (Eds). *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. (pp. 194-212). Madrid: Editorial Morata.
- Morales López, Y. y Poveda Vásquez, R. (2009). *Algunas demandas actuales en educación con tics: insumos para un modelo por competencias*. Recuperado el 29 de marzo de 2011 en http://www.cidse.itcr.ac.cr/ciemac/6toCIEMAC/Ponencias/Yuri_Poveda.pdf .



**RUEDA - 6° Seminario Internacional
Mendoza - Octubre 2013**

- Palomares Parada, A. N. y Villarreal Hernández, M. E. (2009). Material educativo computacional para el desarrollo de competencias científicas. *Studiositas*. 4(1), 17-26.
- Pérez, N.; Amaya, D. y Ramos, O. (2006). *Laboratorio virtual en la formación por competencias*. Recuperado el 29 de marzo de 2011 en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/911/91116212.pdf>
- Physics Education Technology Project At The University Of Colorado (2007). Recuperado el 15 de febrero de 2011 en <http://phet.colorado.edu/simulations>
- Salinas, J. (2004). *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. Recuperado el 22 de junio de 2010 en <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>