

EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN BACHILLERATO: INVESTIGACIÓN CON SIMULADORES INFORMÁTICOS VERSUS AULA TRADICIONAL

SÁNCHEZ¹, A.; SIERRA², J. L.; MARTÍNEZ¹, S. y PERALES³, F. J.

¹ IES Fuentenueva. El Ejido. Almería.

² IES Hiponova. Montefrío. Granada.

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

Palabras clave: Tecnología de la información y comunicación; Simulación por ordenador; Aprendizaje exploratorio.

OBJETIVOS

- Diseñar actividades de investigación adecuadas para el alumnado de bachillerato y para los simuladores utilizados en el aula.
- Fomentar el aprendizaje cooperativo entre los estudiantes.
- Introducir a los estudiantes en la cultura científica actual que concibe la simulación por ordenador como una herramienta fundamental para la investigación y la experimentación.
- Probar que la enseñanza de la física mediante pequeños trabajos de investigación con ayuda de simuladores por ordenador procura un aprendizaje más significativo de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que la enseñanza tradicional meramente transmisiva.

MARCO TEÓRICO

El desarrollo de pequeños trabajos de investigación de una manera activa por parte del alumnado es considerado por distintos investigadores como un elemento importante en la enseñanza de las ciencias (Gil y Martínez-Torregrosa, 1987; de Jong y van Joolingen, 1998; Reid, Zhang y Chen, 2003). Sin embargo, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) no suelen participar en este proceso, o al menos no con todo el potencial didáctico detectado en numerosas investigaciones educativas (Sierra y Perales, 1999, 2003; Jimoyiannis y Komis, 2001).

La incorporación del ordenador en el aula, fundamentada pedagógicamente, no sólo supone una mejora en el proceso educativo, sino que se adapta eficazmente a un enfoque constructivista del proceso de aprendizaje de las ciencias. Esta consideración se fundamenta en los resultados obtenidos del Proyecto de Investigación Educativa (Referencia PIE-102/99) financiado por la Junta de Andalucía durante los cursos 1999-2000 y 2000-01, abordando “el estudio de la influencia en la mejora de la calidad de la enseñanza de la Física y Química en ESO y Bachillerato de nuevas estrategias docentes basadas en el aprendizaje por descubrimiento y por investigación, utilizando programas informáticos” (Sierra, Perales y Vélchez, 2003).

Por otra parte, la experiencia profesional de los profesores de ciencias constata que la mayoría de los estudiantes encuentra grandes dificultades tanto en la comprensión de algunos conceptos científicos como en

la aplicación de los procedimientos propios de la metodología científica. Prueba de ello es la resistencia del alumnado a cambiar sus ideas alternativas erróneas, incluso después de haber estudiado los mismos contenidos en sucesivos años (Hierrezuelo y Montero, 1991). Esta circunstancia favorece, en ocasiones, que los estudiantes mantengan valores, creencias y actitudes sobre la ciencia distintas a las que se pretenden enseñar en el aula.

Por consiguiente, la realización de actividades de investigación científica por los estudiantes, bajo la dirección del profesor y utilizando distintos programas informáticos de simulación, puede ayudar a superar las dificultades diagnosticadas en la enseñanza de la física (Sierra, 2003; Perales, Vílchez y Sierra, 2004).

Jonassen (1996) considera los simuladores didácticos como “herramientas cognitivas”, ya que aprovechan la capacidad de control del ordenador para amplificar, extender o enriquecer la cognición humana. Estas aplicaciones informáticas pueden activar destrezas y estrategias relativas al aprendizaje, que a su vez el alumno puede usar para la adquisición autorregulada de otras destrezas o de nuevo conocimiento.

Asimismo, distintas investigaciones (Sierra, 2003; Reid, Zhang y Chen, 2003) destacan el potencial didáctico de la realización de actividades de investigación con apoyo de simuladores informáticos, al estimular el interés del alumnado por diversos motivos: a) se implica activamente en el proceso de aprendizaje; b) utiliza el ordenador (hacia el cual sienten una motivación intrínseca, por lo general) para aprender ciencias experimentales; c) realiza tareas propias de los científicos (delimitación de un problema, observación, emisión de hipótesis, discusión en grupo, diseño de estrategias para contrastar hipótesis, control de variables); d) pierde el miedo a responder a las cuestiones planteadas, al asumir que para llegar a la hipótesis correcta se debe seguir un proceso de correcciones sucesivas; e) la dinámica de la clase es más participativa; f) los programas didácticos de simulación permiten al alumnado cambios en las condiciones experimentales que en el laboratorio real serían difíciles de conseguir, e incluso, en ocasiones, inviables; g) la comunicación entre el profesor y los alumnos, y de éstos entre sí se hace más fluida.

DESARROLLO DEL TEMA

En 2002 se inició un Proyecto de Innovación Educativa financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía denominado “INTELECCION: Integración de tecnologías electrónicas de la información en la enseñanza de las ciencias mediante estrategias de investigación” (Referencia PIN-114/02), con una duración de dos años.

Una de las finalidades de este proyecto fue la validación en el aula de una metodología basada en la realización de pequeños trabajos de investigación con ayuda de simuladores informáticos. Para ello, se considera una muestra formada por estudiantes de dos grupos de primer curso de bachillerato del IES “Fuentenueva” de El Ejido (Almería):

- a) Un grupo experimental de 25 alumnos que sigue la metodología propuesta.
- b) Un grupo de control de 18 estudiantes que sigue una metodología tradicional basada en la enseñanza transmisiva.

Con objeto de evaluar y comparar la eficacia didáctica de las metodologías aplicadas en el aula, las siguientes variables son diagnosticadas entre el alumnado participante en la experiencia:

- *Conocimiento conceptual*: obtenido a partir del cuestionario sobre conceptos de mecánica newtoniana diseñado por Sierra (2003).
- *Conocimiento procedimental*: obtenido a partir del test sobre procedimientos científicos TIPS (“Test of Integrated Process Skills”) elaborado y validado por Dillashaw y Okey (1980).
- *Actitud hacia la ciencia*: obtenida a partir de un test de escala tipo Likert elaborado y validado por Penichet y Mato (1999).
- *Conocimiento de informática*: obtenido a partir de un test elaborado por Sierra (2003) para evaluar el nivel de conocimiento del alumnado sobre distintos programas informáticos.

- *Nivel de razonamiento lógico*: obtenido a partir del test de razonamiento lógico elaborado y validado por Acevedo y Oliva (1995).
- *Rendimiento académico*: obtenido de las calificaciones en la asignatura de Física y Química.

El alumnado, tanto del grupo experimental como de control, responde a los tests de conceptos de mecánica, procedimientos científicos, actitudes hacia la ciencia, nivel de razonamiento lógico y de conocimientos informáticos, antes de dar comienzo el entrenamiento con el programa de simulación *Mobile* (Sierra, 2003). Las sesiones de entrenamiento con el simulador se alternan con sesiones dedicadas al estudio de los contenidos de Cinemática.

Las actividades de investigación propuestas a los estudiantes están integradas en la base de datos del programa *Mobile* y son realizadas en parejas formadas libremente, según la secuencia establecida por el profesor de manera que la complejidad del modelo implementado sea progresiva.

La estrategia de resolución de los problemas propuestos con ayuda del simulador didáctico implica las siguientes etapas:

1. Delimitación del problema planteado.
2. Identificación de las variables relevantes en el problema.
3. Elaboración de hipótesis contrastables acerca de la solución del problema.
4. Construcción de un diseño experimental que permita contrastar las hipótesis emitidas inicialmente.
5. Experimentación con el simulador informático, ejecutando el diseño experimental seleccionado previamente.
6. Observación e interpretación de los resultados producidos por el simulador.
7. Si los resultados refutan la hipótesis, entonces el estudiante debe emitir una nueva hipótesis y continuar la investigación a partir de ésta. En caso de que la hipótesis sea confirmada, el estudiante elabora sus propias conclusiones.

La labor del profesor durante las sesiones de trabajo del grupo experimental consiste en: a) resolver dudas acerca del enunciado de los problemas; b) facilitar al grupo de estudiantes la información que le ha sido solicitada por más de un alumno; c) supervisar y orientar el trabajo de investigación de cada estudiante.

Por otro lado, los estudiantes del grupo de control atienden a las explicaciones ofrecidas por el profesor y a continuación realizan los ejercicios y problemas correspondientes que propone el libro de texto de física y química.

El alumnado, tanto del grupo experimental como de control, dedica las dos últimas sesiones a cumplimentar los post-tests sobre conceptos de mecánica, procedimientos y actitudes científicas.

CONCLUSIONES

La muestra de alumnos estudiada permite detectar una diferencia significativa entre el conocimiento conceptual adquirido por los estudiantes que realizan trabajos de investigación con simulador y los estudiantes que siguen una metodología transmisiva. Los primeros consiguen un conocimiento de los conceptos de mecánica newtoniana más próximo al conocimiento científico que los segundos.

En cambio, el estudio realizado no detecta diferencias significativas entre estos alumnos con relación al conocimiento procedimental y actitudinal adquirido.

La metodología basada en la realización de trabajos de investigación con ayuda de los simuladores, propicia la evolución de las creencias científicas del alumnado hacia un planteamiento más próximo al pensamiento científico.

Asimismo, se observa que los alumnos encuentran más dificultad en el desarrollo de las actividades de investigación con simulador que en la resolución de los problemas tradicionales. En consecuencia, la intervención del profesor es primordial para guiar al alumnado en su tarea investigadora.

Por último, se constata que el proceso de cambio conceptual debe ser entendido como una evolución de categorías conceptuales. Los resultados de esta investigación indican que la mayoría de los estudiantes del grupo experimental sustituye sus esquemas previos por otras concepciones alternativas más próximas al pensamiento científico. En cambio, el alumnado del grupo de control mantiene las mismas ideas previas iniciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A. y OLIVA, J.M. (1995). Validación y aplicaciones de un test de razonamiento lógico. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 48(3), 339-351.
- DE JONG, T. y VAN JOOLINGEN, W.R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 2, 179-201.
- DILLASHAW, F.G. y OKEY, J.R. (1980). Test of the Integrated Science Process Skills for secondary science students. *Science Education*, 64(5), 601-608.
- GIL, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1987). *La resolución de problemas de Física. Una didáctica alternativa*. Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Renovación Pedagógica.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la Didáctica de la Física y Química*. Vélez-Málaga: Editorial Elzevir.
- JIMOYIANNIS, A. y KOMIS, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on student's understanding of trajectory motion. *Computers and Education*, 36, 183-204.
- JONASSEN, D.H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- PENICHER, A. y MATO, M.C. (1999). Las actitudes del alumnado de secundaria hacia las ciencias experimentales. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, Octubre, 9-16.
- PERALES, F.J., VÍLCHEZ, J.M. y SIERRA, J.L. (2004). Imagen y educación científica. *Cultura y Educación*, 16(3), 289-304.
- REID, D.J., ZHANG, J. y CHEN, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 9-20.
- SIERRA, J.L. (2003). *Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- SIERRA, J.L. y PERALES, F.J. (1999). Validation à petite échelle d'un environnement d'apprentissage par découverte fondé sur la simulation de phénomènes physiques, dans l'enseignement secondaire. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, vol. 93, n° 814, 809-821.
- SIERRA, J.L. y PERALES, F.J. (2003). The effect of instruction with computer simulation as a research tool on open-ended problem solving in a Spanish physics classroom of 16-year-olds. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(2), 119-140.
- SIERRA, J.L., PERALES, F.J. y VÍLCHEZ, J.M. (2003). *Proyectos de Investigación Educativa 1999 (Síntesis de las memorias): Estudio de la influencia en la mejora de la calidad de la enseñanza de la Física y Química en ESO y Bachillerato de nuevas estrategias docentes basadas en el aprendizaje por descubrimiento y por investigación, utilizando programas informáticos de modelización y simulación de fenómenos físico-químicos*. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía.