

Uso de Sistemas de Respuesta Inmediata para la exploración de conocimientos previos en alumnos universitarios de ciencias

José Luis López-Quintero
Universidad de Córdoba, España

Marta Varo-Martínez
Universidad de Córdoba, España

Alfonso Pontes-Pedrajas
Universidad de Córdoba, España

María Jesús Aguilera-Ureña
Universidad de Córdoba, España

Resumen

Este trabajo se ha centrado en explorar la utilidad de las preguntas conceptuales de opción múltiple, realizadas a través de Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI), para la detección de conocimientos previos del alumnado de ciencias. El objetivo es valorar la eficacia de éste instrumento con la finalidad de utilizar los errores conceptuales observados en debates realizados en clase, siguiendo así un enfoque constructivista del aprendizaje. Para tal fin, se ha llevado a cabo un estudio piloto donde han participado 36 alumnos matriculados en una asignatura introductoria a la física, perteneciente a un grado de ingeniería. El estudio se ha centrado en la unidad didáctica de termodinámica. Los resultados muestran como los SRI suponen una herramienta eficaz para explorar el conocimiento previo de los estudiantes, debido a la inmediatez que este recurso TIC ofrece para seleccionar aquellos conceptos que presentan mayor dificultad. Asimismo se encuentra como los resultados obtenidos son coherentes con los de otras publicaciones similares, que han hecho uso de otros instrumentos de medición también destinados a obtener las concepciones previas del alumnado.

Palabras clave: *Sistemas de Respuesta Inmediata, Innovación educativa, Educación científica, Conocimientos previos, Termodinámica*

1. Introducción

Desde hace décadas se han realizado varios estudios que ponen de manifiesto como los alumnos van formando sus propias representaciones acerca de cómo se comporta su entorno, mucho antes de ser escolarizados (Driver, 1998). Estos trabajos también advierten que, con frecuencia, los contenidos que se enseñan en las aulas están alejados de sus experiencias y de sus conocimientos previos. Estas ideas y esquemas que los futuros alumnos van integrando a su manera de entender su entorno a veces guardan cierta relación con la forma en la que la ciencia describe los hechos cotidianos, sin embargo, en ocasiones también entran en confrontación con una explicación rigurosa y científica del mundo físico. Igualmente, se observa como parte de estas ideas se siguen manteniendo cuando los estudiantes acceden a la universidad, y en algunos casos, después de su paso por la misma. Es por esta razón que saber cuales son los conocimientos previos del alumnado aporta grandes beneficios a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre algunos de estos motivos se encuentran: a) facilitar al docente que la explicación de nuevos contenidos confronte las ideas previas de sus alumnos, promoviendo así que sean capaces de construir nuevos esquemas basados en el conocimiento científico y b) contextualizar los contenidos que se pretenden explicar a la experiencia personal de los estudiantes y a los procesos físicos cotidianos a los que están habituados.

Entre algunas de estas concepciones alternativas, y centrándose en el campo de la termodinámica, se encuentra como Grayson, Harrison y Treagust, (1995) obtienen que los estudiantes preuniversitarios piensan que los cuerpos a temperatura ambiente que se sienten más fríos al tacto se encuentran realmente a menor temperatura, o como también poseen la creencia de que los objetos son capaces de almacenar una cantidad determinada de calor dentro de ellos. Esta última concepción errónea también es encontrada por Roon (1992), quien además en el mismo trabajo señala que términos como calor y trabajo no representan a los cambios producidos en las variables de estado. Ambos son cantidades que aparecen durante los procesos de cambio y que no tienen importancia dentro de los estados de equilibrio, que son los que describen a los sistemas termodinámicos. Apunta también que esta asociación puede ser la causa de las dificultades de aprendizaje de dichos conceptos.

Por otra parte, el uso de las TIC se ha demostrado como un elemento útil para la enseñanza de las ciencias (Pontes, 1999). En una revisión bibliográfica sobre su uso en el aprendizaje de las ciencias, Romero y Quesada (2014) encontraron diversas publicaciones que hacen referencia a como la incorporación de elementos digitales puede ser de utilidad para potenciar

la adquisición de conceptos científicos complejos. Asimismo, argumentaron que su inclusión en la docencia favorece el aprendizaje significativo, al ofrecer foros digitales que fomentan debates donde se confrontan las ideas personales de cada alumno, tanto con las de otros compañeros como con las correctas que ofrece el profesor, sirviendo así de soporte para un aprendizaje colaborativo.

Entre éstos recursos tecnológicos se pueden encontrar los Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI). Los mismos consisten en dispositivos inalámbricos parecidos a pequeños mandos a distancia que permiten a cada alumno responder de manera simultánea e instantánea a las preguntas realizadas por el profesor. Entre sus ventajas se encuentran: a) permitir que todos los alumnos respondan y participen en un tiempo suficientemente breve para no interrumpir el ritmo de las exposiciones teóricas, b) realizarse de forma anónima, facilitando que los estudiantes respondan de manera sincera, c) ayudar a que los alumnos auto-evalúen su aprendizaje al mismo tiempo que el profesor explica los contenidos, d) las respuestas son almacenadas en un ordenador portátil, lo cual permite al docente observar el progreso del aprendizaje de sus alumnos, disponiendo además de datos suficientes para analizar las distintas fases de la enseñanza.

Por otra parte los estudiantes también perciben varias ventajas en la incorporación de los Sistemas de Respuesta Inmediata como herramienta docente. En numerosos estudios se obtiene que cuando son preguntados acerca de su incursión en las aulas los mismos piensan que: a) son útiles para auto-evaluar su conocimiento durante el transcurso de las clases teóricas, b) aumentan la participación, c) ayudan a que las exposiciones del profesor se hagan más amenas y d) potencian la atención (López-Quintero, Varo-Martínez, Laguna-Luna, & Pontes-Pedrajas 2016).

2. Diseño y desarrollo de la experiencia

2.1 Innovación educativa realizada

Durante el transcurso de la unidad didáctica de termodinámica que es objeto de este estudio se han introducido diversas herramientas TIC como: a) la plataforma de gestión de cursos digital *moodle* y b) presentaciones multimedia complementadas con preguntas conceptuales, que son respondidas por los alumnos a través de Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI).

La metodología didáctica ha consistido en el desarrollo de clases teóricas donde cada vez que se explica un concepto nuevo o importante se interrumpe la explicación para realizar una pregunta conceptual. Esto divide la exposición del docente en intervalos de quince minutos aproximadamente. Cada una de estas preguntas es proyectada y leída en voz alta por el profesor, y posteriormente se reserva un intervalo de 10 segundos aproximadamente para que los alumnos puedan contestar a la misma pulsando con su emisor la opción que creen correcta. Durante este breve periodo de tiempo los estudiantes saben cuando su respuesta ha llegado al receptor observando como el número correspondiente a su mando cambia de color en un listado de los mismos que aparece en la pantalla del proyector. Al finalizar la recogida de respuestas se muestra un diagrama de barras con los resultados anónimos de las mismas, donde la opción correcta está resaltada generalmente en color verde. Si todos los alumnos —o una mayoría suficientemente amplia considerada por el docente— han respondido correctamente se infiere que los estudiantes han entendido el concepto y se continúa con la explicación, siguiendo con la exposición teórica correspondiente a la siguiente transparencia. En caso contrario, el profesor inicia un breve debate centrado en las concepciones erróneas de los alumnos, argumentando y contrastando los conocimientos previos que poseen sus estudiantes con las ideas científicas que se pretenden enseñar (Varo-Martínez, López-Quintero, & Pontes-Pedrajas, 2015).

Cuadro 1. Preguntas pertenecientes al cuestionario de ideas previas

Se toman dos pedazos de hielo de un glaciar. El pedazo de hielo A es diez veces más grande que el pedazo B. Si simultáneamente se mide la temperatura con un termómetro a los dos pedazos de hielo se puede decir que:

- a) La temperatura del pedazo de hielo A es exactamente diez veces mayor que la del pedazo B.
- b) La temperatura del pedazo de hielo A es mayor que la del pedazo B.
- c) El pedazo de hielo A tiene la misma temperatura que el pedazo de hielo B.
- d) La temperatura dependerá de la cantidad de la masa que tenga cada pedazo.

Se ponen tres objetos a diferentes temperaturas en contacto pero aislados térmicamente, como se muestra en la siguiente figura. Las temperaturas de los objetos se relacionan de la siguiente forma: $T_C > T_B > T_A$ (T_C es mayor que T_B y está es mayor que T_A). Después del equilibrio térmico del sistema podemos asegurar que la temperatura a la que queda el sistema es:

- a) Mayor que de T_C .
- b) Menor de T_A .
- c) Menor de T_C y mayor de T_B .
- d) Menor de T_C y mayor de T_A .



Cuando se duplica el volumen y la presión de un gas ideal, la temperatura:

- a) Se duplica.
- b) Se cuadruplica.
- c) Se reduce a la cuarta parte.
- d) No varía.

Cual de las siguientes afirmaciones sobre el calor es correcta:

- a) El calor se puede almacenar en los cuerpos
- b) El calor es una forma de transferir energía.
- c) El calor representa el nivel de temperatura de un cuerpo.
- d) El calor de un sistema aumenta con la temperatura.

La temperatura de ebullición de un cuerpo depende de la cantidad de masa de dicho cuerpo.

- a) Verdadero siempre.
- b) Solo podemos afirmar que es falso cuando la presión se mantiene constante.
- c) Solo podemos afirmar que es verdadero cuando la presión se mantiene constante.
- d) Falso siempre.

2.2 Metodología de la investigación

Todos los alumnos participantes en este estudio han estado matriculados en la titulación de Grado de Ingeniería Eléctrica. Los datos han sido tomados en una asignatura introductoria a la física correspondiente a su primer curso. Se han obtenido respuestas de un total de 36 alumnos durante el año académico 2014/2015.

El instrumento de recogida de datos ha consistido en un cuestionario de preguntas conceptuales de opción múltiple. Su diseño se ha realizado a partir de una consulta a la literatura relacionada con ideas previas que los alumnos presentan en el campo de la termodinámica. Las respuestas de los participantes han sido obtenidas a través de Sistemas de Respuesta Inmediata, y se han recogido antes de iniciar las explicaciones teóricas de la unidad. De esta forma se garantiza que los alumnos aun no han adquirido conocimientos nuevos derivados de las explicaciones posteriores.

Algunas de las preguntas que integran este instrumento pueden observarse en el cuadro 1. Asimismo, en las figuras 1 y 2 se muestran otras dos cuestiones que también pertenecen al mismo.

3. Resultados

A continuación se muestran los resultados de dos de las preguntas que componen el cuestionario de ideas previas, y que cubren los conceptos de temperatura y calor. Ambas han presentado cierta dificultad para los alumnos, revelando así algunas concepciones erróneas relativas a estos dos conceptos.

La figura 1 muestra una cuestión que hace referencia a la concepción errónea de la relación existente entre la sensación de frío al tacto de un objeto y su temperatura. Se observa como un 69.8% de los alumnos (respuestas A, C y D) responden argumentando que la temperatura de los objetos es distinta después de una situación de equilibrio térmico. Entre éstas, un 54.7% (respuestas A y D) de los estudiantes eligen una opción exponiendo que un suelo de cemento está más frío que unas sandalias, después de que la temperatura se mantenga constante durante un periodo largo de tiempo. Se encuentra, por otra parte, un 32.2% de participantes que han escogido la respuesta correcta B.

En una época de invierno en la cual la temperatura se ha mantenido constante por mucho tiempo, la madre de Santiago le dice: "Ponte las sandalias de plástico porque el suelo de cemento está más frío que las sandalias". De dicha afirmación se puede afirmar que:

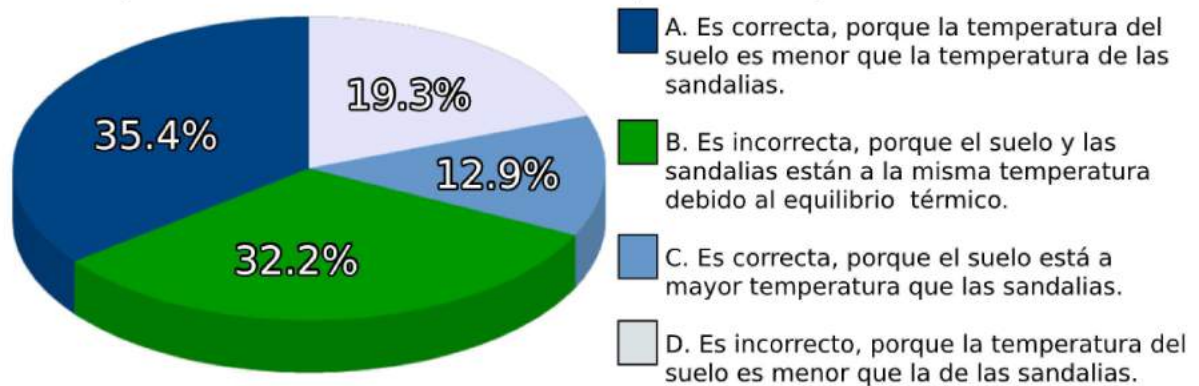


Figura 1. Pregunta relativa a la temperatura y porcentaje de respuestas.

Asimismo, la figura 2 contiene una cuestión que explora el concepto de calor y su relación con la temperatura. Se encuentra como un 71.8% de los estudiantes (respuestas A, B y C) responden con afirmaciones que sostienen la idea de que los objetos son capaces de contener cierta cantidad de calor por sí mismos. Entre ellos un 43.7% (respuesta A) de alumnos hacen la asociación de que un objeto a más temperatura contiene mayor cantidad de calor. Encontrándose, por otra parte, que un 28.1% de los estudiantes responden correctamente, señalando que un objeto no contiene calor.

Hay dos cubículos aislados térmicamente. En el cubículo A hay una taza de chocolate a 100°C y en el cubículo B hay un helado de chocolate a -2°C . Comparando los dos sistemas podemos decir que:

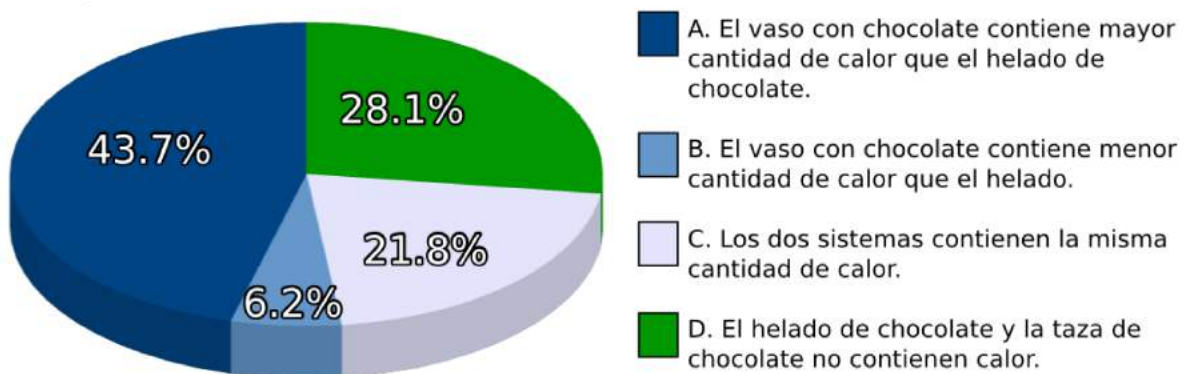


Figura 2. Pregunta relativa al calor y porcentaje de respuestas.

4. Conclusiones

En este trabajo se ha realizado una experiencia para comprobar la eficacia de combinar preguntas conceptuales con Sistemas de Respuesta Inmediata (SRI) para la detección de concepciones erróneas del alumnado. Los datos obtenidos, tras un primer año de implementación, permiten afirmar que este sistema se presenta como útil para obtener de manera rápida y concisa un reflejo de las ideas previas de los estudiantes. Entre sus ventajas se encuentra la rapidez que ofrece el mismo para obtener datos tanto globales como individualizados para cada alumno.

Otra conclusión obtenida, tras el análisis de los resultados de los cuestionarios, es que el diseño de los mismos debe ser riguroso y centrado en una redacción que permita obtener información relevante acerca de las concepciones erróneas que los alumnos tienen de los conceptos físicos. Descartando aquellas que puedan tener un carácter meramente evaluatorio, y centrándose principalmente en obtener información, frente a premiar la capacidad de llegar a las respuestas correctas.

Asimismo, se considera que los cuestionarios de ideas previas deben ser dinámicos y sucesivamente mejorados a través de una selección estadística de aquellas preguntas que revelan más información. En ese sentido los SRI ofrecen una ventaja añadida, pues durante el transcurso de una unidad didáctica ofrecen una cantidad de datos numerosa, la cual permite evaluar la eficacia de las propias preguntas conceptuales, así como detectar aquellas concepciones alternativas que siguen presentes tras las explicaciones del profesor.

Por otra parte, los resultados obtenidos en este estudio ofrecen resultados similares a otras investigaciones sobre ideas previas en termodinámica en las que se han usado otros instrumentos de adquisición de datos. No obstante, al estar la implementación de esta metodología en sus primeros años de desarrollo, así como enfocada a modo un de estudio exploratorio, se considera que los resultados no pueden ser generalizados. Igualmente, se estima necesario seguir investigando. Tanto para aportar nuevos datos para mejorar los cuestionarios, como para utilizar estas metodologías interactivas como medio para potenciar el cambio conceptual de los alumnos.

Referencias

- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Grayson, D.J., Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (1995). A multidimensional study of changes that occurred during a short course on heat and temperature. En A. Hendricks, (Ed), *SAARMSE 3rd Annual Meeting*, Vol 1, (pp.273-283). Cape Town, Sudáfrica.
- López-Quintero, J.L., Varo-Martínez, M., Laguna-Luna, A.M., & Pontes-Pedrajas, A. (2016). Opinions on “Classroom Response System” by first-year engineering students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 183-189.
- Pontes-Pedrajas, A. (1999). Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 19, 53-64
- Romero, M. & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 0101-115.
- Roon, P.H. (1992). “Work” and “Heat” in Teaching Thermodynamics. En H.J. Schmidt, (Ed), *Empirical Research in Chemistry and Physics Education, Proceedings of the International Seminar* (pp.135-148). Universidad de Dortmund, Alemania.
- Varo-Martínez, M., López-Quintero, J.L., & Pontes-Pedrajas, A. (2015). Actitudes del alumnado hacia el uso de los sistemas de respuesta interactiva como recurso educativo para la enseñanza de la física en los estudios de ingeniería. *Actas del XII Foro sobre Evaluación de la Calidad de la Investigación y la Educación Superior*. Sevilla: Universidad Hispalense (En prensa).