

## **DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA SECUENCIA SOBRE LA CAPACIDAD ELÉCTRICA, EN UN CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA UNIVERSITARIA, COMO ENSEÑANZA PROBLEMATIZADA**

**ZUBIMENDI HERRANZ, J. (1); GUIASOLA ARANZÁBAL, J. (2) y CEBERIO GÁRATE, M. (3)**

(1) Física Aplicada. UPV/EHU [jl.zubimendi@ehu.es](mailto:jl.zubimendi@ehu.es)

(2) UPV/EHU. [jenaro.guisasola@ehu.es](mailto:jenaro.guisasola@ehu.es)

(3) Universidad del País Vasco UPV/EHU. [wupcegam@lg.ehu.es](mailto:wupcegam@lg.ehu.es)

---

### Resumen

Habitualmente en el estudio de la electricidad para primer curso de física en la universidad, no se suele contemplar una secuencia de enseñanza que analice la transición de cargas puntuales a cuerpos cargados, impidiendo la construcción de un modelo capaz de explicar los procesos inherentes a la carga de los cuerpos. Esto, que constituyó un problema histórico relevante, exigió la introducción del concepto de capacidad eléctrica.

La comunicación, tiene como objetivo el diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza que intente superar las dificultades de aprendizaje ya detectadas. La estructura de la secuencia, se concretó siguiendo un diseño de 'estructura problematizada'. Los resultados indican que un considerable número de estudiantes han alcanzado una comprensión más satisfactoria sobre la capacidad eléctrica y los procesos de carga subyacentes.

---

### INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

De forma habitual, en el currículo de electricidad para cursos introductorios de física, no se suele contemplar una secuencia de enseñanza que analice la transición de cargas puntuales a cuerpos cargados y que construya un modelo capaz de explicar los procesos de carga. Estos procesos son fundamentales en el

estudio de la electricidad, principalmente, por dos razones. En primer lugar, suponen una primera transición de la electrostática a la electrocinética, aunque el contexto no sea un circuito eléctrico convencional. Así mismo, es preciso hacer notar que la obtención de cuerpos capaces de acumular mucha carga, a un bajo coste, es una necesidad en las aplicaciones tecnológicas más frecuentes de los procesos eléctricos. Esto que constituyó un problema histórico relevante cuya resolución no fue sencilla, exigió la introducción de un nuevo concepto, el de capacidad eléctrica (Guisasola et al., 2002).

Diferentes investigaciones indican que una mayoría de estudiantes de bachillerato y universidad, presentan serias dificultades en el aprendizaje de un modelo de la naturaleza eléctrica de la materia que explique fenómenos electrostáticos básicos, como la inducción eléctrica (Furió y Guisasola, 1999).

Respecto a los procesos de carga eléctrica de cuerpos y el concepto de capacidad eléctrica se ha encontrado, en trabajos anteriores, un gran número de estudiantes que para explicarlos usan un modelo de contenedor de cargas, priorizando la magnitud carga eléctrica sobre el potencial: en coherencia con la escasez de conocimientos que tienen sobre el potencial y la diferencia de potencial. Estos conceptos que, frecuentemente, son utilizados de forma aislada e indefinida, impiden a los estudiantes dotar a la capacidad eléctrica de significado físico, refugiándose entonces en sus definiciones operativas.

Un aprendizaje con comprensión del concepto de capacidad eléctrica implica conocer lo que sucede en el proceso de carga; no es suficiente con saber calcular la magnitud a partir de su fórmula. Para relacionar un razonamiento 'operativo' o 'formal' basado en una regla o fórmula, por ejemplo  $C=Q/V$ , y un razonamiento 'causal' basado en lo que ocurre y cambia durante el proceso, es necesario activar un razonamiento sistémico. Además, se tiene que explicitar que la energía potencial eléctrica adquirida por el cuerpo al cargarse, es debida al trabajo realizado por el entorno en el proceso (modelo energético). Hablar de energía potencial del cuerpo cargado y del entorno, nos permite disponer del discurso adecuado para explicar el equilibrio alcanzado.

## **OBJETIVOS**

El trabajo que aquí presentamos tiene como objetivo el diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza centrada en un modelo explicativo de los procesos de carga de un cuerpo, que intente superar las dificultades de aprendizaje ya detectadas. El objetivo es que los estudiantes utilicen comprensivamente el concepto de capacidad eléctrica de un cuerpo en situaciones de carga. Las preguntas que tratamos de responder en esta comunicación son las siguientes:

» ¿Cómo diseñar una secuencia de tareas que ayude a los estudiantes en la comprensión de los procesos de carga de cuerpos y, por tanto, a utilizar la capacidad eléctrica?

» ¿En que medida aprenden los estudiantes después de implementar la secuencia en clase? Después de la instrucción, ¿cómo explican los estudiantes la capacidad eléctrica de los cuerpos y los condensadores?

## **EL CONTEXTO DE APRENDIZAJE: LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LA FÍSICA BASADA EN EL DESARROLLO DE INVESTIGACIONES GUIADAS**

El principal enfoque de nuestras estrategias de enseñanza se basan en un punto de vista socioconstructivista, adaptado al diseño y evaluación de secuencias de enseñanza (Leach & Scott, 2002). Este enfoque asume que el aprendizaje de las ciencias es un proceso, en el que los propios estudiantes se sitúan ante la resolución de problemas con un cierto interés, que les permita construir soluciones a partir de sus propios conocimientos, sus experiencias y su sistema de valores para, de esa manera, favorecer un cambio o evolución en sus significados.

La secuencia de enseñanza propuesta se ha diseñado siguiendo una “estructura problematizada” (Verdú y Martínez-Torregrosa, 2005), que plantea una secuencia de actividades caracterizada por un problema estructurante que permita organizar la enseñanza en torno a él, ya que las actividades propuestas deben subordinarse a una estrategia que intente solucionar el problema planteado.

### **METODOLOGÍA** *Contexto y muestra*

La secuencia de enseñanza fue implementada y evaluada durante dos años con estudiantes de ingeniería, en su primer año universitario, de la Universidad del País Vasco. En el segundo año de puesta en práctica participaron dos grupos experimentales y otro grupo, del mismo nivel, como grupo de control. En todos los grupos la enseñanza de la asignatura de física general tenía una duración de cuatro horas por semana, durante dos cuatrimestres. La secuencia objeto de estudio se desarrolló durante 2 semanas.

Todos los grupos siguieron el mismo programa. Los estudiantes de control no tenían la oportunidad de participar activamente en el desarrollo de la clase, limitándose a tomar apuntes de las explicaciones del profesor. Sin embargo, los grupos experimentales siguieron estrategias de enseñanza enfocadas a la discusión de las actividades.

### *Evaluación de la secuencia*

Diseñamos ‘actividades de recapitulación’, con el propósito de obtener información del desarrollo de la secuenciación durante las clases. El objetivo era describir, con tanta precisión como fuera posible, los caminos cognitivos de los estudiantes a través de las situaciones propuestas de aprendizaje, para comprender cómo y en que medida la secuencia propuesta de enseñanza-aprendizaje, afectaba al razonamiento de los estudiantes. Se obtuvo información, en grabación magnetofónica, de las discusiones de algunos grupos de estudiantes para cada actividad de este tipo. Después de finalizar la secuencia evaluamos, a través de tres cuestionarios escritos, varios aspectos de la construcción del modelo.

## **CONCLUSIONES**

La influencia eléctrica entre cuerpos próximos es reconocida por la gran mayoría de los estudiantes que siguen la secuencia propuesta, al establecer una graduación en la facilidad de cargar un cuerpo dependiendo de la inducción eléctrica con otros cuerpos y, en consecuencia, la influencia en su carga y en su potencial eléctrico. De esa manera, se permite configurar el necesario aspecto sistémico para el cuerpo a cargar y su entorno.

Los resultados obtenidos con la secuencia implementada muestran como los estudiantes tratados hacen uso del concepto de diferencia de potencial para analizar el proceso de carga. Esto nos ha ayudado a discriminar entre los conceptos de carga y potencial eléctrico, estableciendo las bases para un modelo de energía.

Los aspectos mencionados coadyuvaron a entender la utilidad de los condensadores como dispositivos idóneos para aumentar la eficacia del proceso de carga y, por tanto, de la capacidad del sistema. Esto, parece confirmar que los aspectos resaltados en la secuencia son relevantes para los objetivos definidos. Después de la implementación de la secuencia el número de respuestas correctas obtenidas en el cuestionario es significativamente alto, comparado con el grupo de control.

El análisis retrospectivo de la secuencia también muestra puntos débiles en nuestra metodología de diseño. A lo largo de la secuencia hemos encontrado que los estudiantes no desarrollan sus habilidades sobre cómo manejar y construir modelos en el grado que nosotros esperábamos. La gran mayoría de los estudiantes podían describir el modelo y utilizarlo, pero tenían problemas para hacer modificaciones sobre él y desarrollarlo de acuerdo con nuevas observaciones empíricas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FURIÓ C. y GUIASOLA, J. (1999). *Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 441-452.

GUIASOLA, J., ZUBIMENDI, J.L., ALMUDI, J.M. y CEBERIO, M. (2002). *The evolution of the concept of capacitance throughout the development of the electric theory and the understanding of its meaning by University students. Science & Education*, 11, pp. 247-261.

LEACH, J. & SCOTT, P. (2002). *Designing and evaluating science teaching sequences: an approach based upon the concept of learning demands and a social constructivist perspective on learning. Studies in Science Education* 38, pp. 115-142.

VERDÚ, R. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (2005). *La estructura problematizada de los temas y cursos de física y química como instrumento de mejora de su enseñanza. Alicante : CEE Limencop S.L.*

### CITACIÓN

ZUBIMENDI, J.; GUIASOLA, J. y CEBERIO, M. (2009). Diseño y evaluación de una secuencia sobre la capacidad eléctrica, en un curso de introducción a la física universitaria, como enseñanza problematizada. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1224-1227

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1224-1227.pdf>