

# UN ANÁLISIS FENOMENOGRÁFICO SOBRE EL APRENDIZAJE DE LA INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

**ALMUDÍ GARCÍA, J. (1); GUIASOLA ARANZABAL, J. (2) y ZUZA ELOSEGI, K. (3)**

(1) Física Aplicada. Departamento Física Aplicada - Universidad del País Vasco [wupalgaj@ehu.es](mailto:wupalgaj@ehu.es)

(2) Departamento Física Aplicada- Universidad del País Vasco. [jenaro.guisasola@ehu.es](mailto:jenaro.guisasola@ehu.es)

(3) Departamento Física Aplicada - Universidad del País Vasco. [kristina.zuza@ehu.es](mailto:kristina.zuza@ehu.es)

---

Resumen

## RESUMEN

Desde un punto de vista social-constructivista del proceso de aprendizaje el conocimiento de las formas de razonamiento de los estudiantes es esencial en el trabajo de reconstrucción de los objetivos y contenidos de enseñanza. La enseñanza-aprendizaje de la teoría explicativa de la Inducción Electromagnética (IE) es un problema didáctico poco investigado, en comparación con otros temas de física. Para esta investigación hemos seleccionado aleatoriamente 85 estudiantes de dos grupos de primer curso del grado en Ingeniería de Electrónica Industrial en la Universidad del País Vasco. Estos estudiantes respondieron un cuestionario de 5 ítems enfocados a obtener respuestas cualitativas. Esta investigación ha revelado que los estudiantes tienen importantes dificultades para un aprendizaje significativo de la IE.

---

## 1. OBJETIVOS Y MARCO TEÓRICO

Desde un punto de vista social-constructivista del proceso de aprendizaje (Leach & Scott 2003), el conocimiento de las formas de razonamiento de los estudiantes es esencial en el trabajo de reconstrucción de los objetivos y contenidos de enseñanza. En el área de Electricidad y Magnetismo, muchos trabajos de investigación han mostrado que los estudiantes obtienen un pobre aprendizaje en temas básicos de electrostática, circuitos de corriente continua o de campo magnético, entre otros. Sin embargo, la enseñanza-aprendizaje de la teoría explicativa de los fenómenos de Inducción Electromagnética (IE) es un

problema didáctico poco investigado, si lo comparamos con otros temas de física. En este trabajo se tratará de contestar a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué concepciones y formas de razonamiento utilizan los estudiantes de primer curso de ciencias e ingeniería en las explicaciones de los fenómenos de inducción electromagnética?

La enseñanza de la inducción electromagnética (IE) en un programa de física para estudiantes de primer año de ciencias e ingeniería es interesante por las siguientes razones: a) Trata de forma conjunta diferentes leyes y conceptos del campo eléctrico y del magnético; b) Estudios previos muestran dificultades a la hora de analizar conceptos como el flujo magnético o la ley de Faraday; c) Una correcta interpretación de los fenómenos de IE permite a los ciudadanos la toma de decisiones informada de muchas aplicaciones de la IE en la vida cotidiana (cocinas de inducción, motores eléctricos ... etc.).

La indagación sobre las ideas y formas de razonamiento de los estudiantes se ha realizado mediante una metodología fenomenográfica (Buck et al., 2003, Marton y Booth, 1997). El objetivo de la investigación fenomenográfica es obtener un conjunto de categorías que describen las variaciones cualitativas en las formas en que las personas participantes (p.e. los estudiantes) experimentan, interpretan, entienden, perciben o conceptualizan un objeto de estudio, una actividad o un fenómeno (p.e. la inducción electromagnética).

En el trabajo que presentamos aquí, la principal fuente de datos son las respuestas escritas a un cuestionario. En principio, Marton y Booth (1997) no indican que existan impedimentos para utilizar cuestionarios como fuente de datos u otro tipo de técnicas que sirvan, de alguna manera, como expresión de cómo la gente percibe y experimenta los hechos. Sharman et al (2004) en un estudio fenomenográfico de la concepciones de los estudiantes sobre la gravedad, utilizan como fuente de datos las respuestas escritas a una cuestión.

## **2. METODOLOGÍA**

Los 85 estudiantes fueron seleccionados aleatoriamente de dos grupos de primer curso del grado en Ingeniería de Electrónica Industrial en la Universidad del País Vasco. Estos estudiantes fueron instruidos en el Curso de Física por dos profesores con un mínimo de ocho años de experiencia docente del Departamento de Física Aplicada. Los estudiantes realizaron el cuestionario un mes después de haber recibido instrucción en el tema de IE, cuando realizaban el examen final de la asignatura.

Como recomiendan White and Gunstone (1992) hemos utilizado cuestiones cualitativas que se centran más en las explicaciones que en la obtención de un resultado mediante la aplicación de una fórmula. Las respuestas fueron examinadas de forma independiente por tres miembros del grupo de investigación, buscando similitudes y diferencias entre las explicaciones, seleccionando afirmaciones significativas y comparando estas afirmaciones para obtener casos de acuerdo o de variaciones, y después agrupándolas en categorías. Este proceso de análisis es consistente con el análisis fenomenográfico, como Marton (1981, p. 43) afirma "definition for categories are tested against the data, adjusted, retested, and adjusted again".

## **3. RESULTADOS**

En las cinco cuestiones se solicita a los estudiantes que expliquen fenómenos de inducción electromagnética producidos por campos magnéticos variables con el tiempo (Q1 y Q2) o por el movimiento de un circuito, o parte de él, en un campo magnético estacionario (Q3, Q4 y Q5). En la comunicación se explicarán con detalle las cuestiones, aquí indicamos como ejemplo la cuestión Q4.

**Q4.-** Un alambre en forma de U se está deslizando por un imán tal y como se ve en la figura manteniendo el ángulo respecto al campo magnético. Teniendo en cuenta que tanto el alambre como el imán son conductores ¿Hay fenómeno de inducción en el alambre? Justifica tus respuestas.

La gran mayoría de los estudiantes, en fenómenos de IE similares a los analizados en clase, utiliza un modelo explicativo basado en la variación del flujo magnético (entre el 50% y 75%) en fenómenos electromagnéticos, bien producidos por un campo magnético variable (Q1 y Q2), como en aquellos producidos por el movimiento del circuito o parte de él (Q3, Q4 y Q5). Sólo una minoría utiliza un modelo basado en las fuerzas que actúan sobre las cargas incluso cuando se les solicita explícitamente (3.5% en Q2 y 4% en Q3). Los resultados obtenidos se explicarán en la comunicación, así como ejemplos de los tipos de respuestas.

#### **4. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES**

Se han identificado cuatro categorías explicativas. La primera categoría “descriptivo-memorística” (15%-20% de respuestas). La segunda categoría la hemos denominado “Inherente a la naturaleza del campo magnético o de la corriente eléctrica” (20% de respuestas). La tercera categoría que hemos denominada “variación del flujo magnético” (50%-75%) se caracteriza por analizar cualquier fenómeno de IE utilizando la ley de Faraday y la variación del flujo magnético desde una perspectiva macroscópica. La última categoría que hemos denominado “Faraday-Lorentz” (3.5% de respuestas) incluye respuestas que explican los fenómenos de IE tanto en términos de campo (Ley de Faraday) como en términos de las acciones del campo (Ley de Lorentz).

Lo importante de nuestro resultado no es que muestra un pobre aprendizaje de la teoría de la IE (esto es un hecho bien establecido) sino que muestra algunas componentes de la incomprensión de los estudiantes, por ejemplo, los estudiantes no distinguen entre modelos macroscópicos basados en los campos que actúan y modelos microscópicos basados en las fuerzas ejercidas por dichos campos. Los resultados obtenidos no reivindican que las categorías detectadas se puedan utilizar para describir todas las concepciones de los estudiantes sobre la IE, ni que cada estudiante se sitúa en una de las categorías explicativas cuando responde una cuestión de inducción electromagnética. Sin embargo, estas categorías tienen similitudes con los resultados obtenidos en otras investigaciones sobre ideas de los estudiantes sobre fenómenos de IE (Loftus 1996), aunque será necesario un estudio longitudinal con estudiantes de otros cursos para ver si estas categorías de descripción se mantienen a lo largo de la instrucción.

#### **6. BIBLIOGRAFÍA**

Buck P., et al (2003). On the methodology of ‘phenomenography’ as a science education research tool, En D. Psillos et al., (Edts.) *Science Education Research in the Knowledge- based Society* , p.31-41. Kluwer Academic Publishers.

Leach J. & Scott P. (2003). Individual and sociocultural views of learning in science education. *Science and Education*, 12(1), 91-113.

Loftus, M. 1996. Student’s’ ideas about electromagnetism. *SSR* 77, 280-291.

Marton, F. (1981). Phenomenography-Describing conceptions of the world around us, *Instructional Science*, 10, pp. 177-200

Marton, F. y Booth, S. (1997). *Learning and awareness*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers

Sharman, M., Millar, R., Smith, A. y Sefton, I. (2004) Students’ understanding of gravity in an orbiting space-ship, *Research in Science Education* 34, 267-289.

White, R. and Gunstone R., *Probing Understanding*. The Palmer Press. London

## CITACIÓN

ALMUDÍ, J.; GUIASOLA, J. y ZUZA, K. (2009). Un análisis fenomenográfico sobre el aprendizaje de la inducción electromagnética de los estudiantes universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1101-1104  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1101-1104.pdf>