

## DESARROLLO DEL CONCEPTO DE CAMPO MAGNÉTICO ESTACIONARIO CON SIMULACIONES DE FENÓMENOS FÍSICOS

**CASTELLANOS HERNANDEZ, M. (1) y ANDRES ZUÑEDA, M. (2)**

(1) Formación Básica. Universidad Pedagógica Experimental Libertador-I. Pedagógico de Caracas  
[mlcastellanos@gmail.com](mailto:mlcastellanos@gmail.com)

(2) Universidad Pedagógica Experimental Libertador-I. Pedagógico de Caracas. [maitea2006@gmail.com](mailto:maitea2006@gmail.com)

---

### Resumen

Desde la perspectiva de la Teoría de los Campos Conceptuales, un concepto incluye la relación entre conceptos y teoremas en acción, las situaciones y el conjunto de signos que los representa. El desarrollo conceptual implica el saber y saber hacer producto del estudiante en acción ante situaciones problemas novedosas. En este contexto se evaluó la efectividad de una propuesta de enseñanza centrada en el abordaje de situaciones problema mediante simulaciones, para el aprendizaje del concepto de campo magnético estacionario dada la dificultad reportada en su aprendizaje. Se obtuvo una evolución favorable en el aprendizaje de aspectos como: reconocer fuentes de campo magnético, interpretar la acción del campo magnético a través del concepto de campo y líneas de campo, reconocer que las cargas en movimiento con respecto a un observador inercial, producen un campo magnético.

---

### OBJETIVO

El ejercicio de las carreras tecnológicas suele requerir el aprendizaje de conceptos relacionados con fenómenos físicos. En este sentido, se presenta un estudio orientado hacia el aprendizaje del concepto de *campo magnético estacionario*, CME, desde la teoría de los campos conceptuales, TCC (Vergnaud, 1990), ante una secuencia de simulaciones guiadas en relación a la temática de estudio.

### Marco Teórico

Las investigaciones sobre el aprendizaje y enseñanza de los conceptos de campo eléctrico, CE, y magnético, CME, en situaciones estacionarias, reportan como principales dificultades de los estudiantes universitarios a: (a) el aprendizaje del concepto de campo y sus fuentes, (b) distinguir significativamente entre el CE y el CME, y (c) los efectos del CME (Guisasola y otros, 2003; Llancaqueo, 2006).

El concepto de campo es central en la Física, por estar presente en amplios dominios de la disciplina. Este surge ante la necesidad de explicar la forma de interacción entre cuerpos en ausencia de contacto físico y sin medios de sustentación para las posibles interacciones. La acción a distancia se explica mediante efectos provocados por la entidad causante de la interacción, sobre el espacio que la rodea, permitiendo asignar a dicho espacio propiedades medibles. Así, se hace corresponder a cada punto del espacio valores que dependerán de la magnitud de la propiedad del cuerpo que provoca la interacción.

Es importante conocer las discrepancias existentes entre la estructura formal del concepto de CME y la estructura conceptual de los estudiantes, así como la comprensión de los procesos cognitivos que producen el aprendizaje de un concepto, a fin de proporcionar al docente conocimientos para el diseño de estrategias que faciliten el desarrollo conceptual de los estudiantes.

La TCC considera el conocimiento organizado en campos conceptuales, CC, referidos a un conjunto de clases de situaciones problemas. El análisis y tratamiento de éstas requiere del uso de grupos de conceptos, representaciones simbólicas, operaciones de pensamiento y procedimientos organizados en esquemas, en indisoluble relación.

Desde la TCC el aprendizaje del concepto de CME, resulta de la exposición del estudiante ante una gama de situaciones novedosas y jerarquizadas según el CC, que pongan en acción sus invariantes operatorios, IO, y permitan la asimilación de nuevos significados y representaciones simbólicas asociadas, comprendiendo las filiaciones y las rupturas entre conocimientos.

Por otra parte, las simulaciones facilitan el acercamiento de los alumnos a los fenómenos físicos y a su estudio conceptual (Kofman, 2000; García y Gil, 2006). Por tal, el uso de las simulaciones para la implementación guiada de situaciones novedosas, puede contribuir a la activación de la estructura conceptual de los estudiantes y al desarrollo de nuevos significados y significantes afines al CC establecido.

## **Metodología**

Se desarrolló un estudio de casos con 6 estudiantes de Física II, nivel Técnico Superior Universitario, TSU, (Electricidad) de intervenciones mediadoras en el aula.

**Intervención Didáctica.** Identificados los IO con el cuestionario 1, se diseñó una secuencia de actividades didácticas que se centran en el abordaje de situaciones-problemas presentadas en simulaciones con un guión de trabajo que promueve las discusión entre pares y con el docente, y la elaboración y análisis de las conclusiones. Se recolectó información en dos momentos.

*1. Antes de la intervención.* Se aplicó el cuestionario 1 en forma individual, complementado con una entrevista colectiva estructurada en atención a las respuestas.

2. *Al finalizar la intervención.* Se aplicó el cuestionario 2 (selección de situaciones problema del cuestionario 1), en forma individual. Se complementó con una entrevista individual estructurada.

**Cuestionarios.** Se elaboró un conjunto de situaciones problema acordes al CC establecido con problemas de lápiz y papel. Su contenido fue validado por 3 docentes de la universidad. Se seleccionaron quince (15) para el cuestionario 1 definitivo. En el cuestionario 2 se tomaron las 10 primeras situaciones del cuestionario 1, pertenecientes a las cuatro clases de situaciones incluidas en el ensayo.

## Resultados

A partir de las respuestas dadas por los estudiantes se puede evaluar el desarrollo conceptual de los estudiantes. En respuestas como la del estudiante E9: “1. *Para la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor rectilíneo se aplica la regla de la mano derecha. La fuerza magnética se obtiene aplicando el producto vectorial y es perpendicular a l y al campo magnético...* 3. *El campo magnético ejerce un par de fuerza, esto produce un torque y por eso la espira rota. Este torque depende de la corriente y del campo magnético*”, se observa el reconocimiento de la situación, desarrollo de esquemas con explicaciones que reflejan organización y comprensión de significados, el uso de operaciones y representaciones simbólicas.

Del análisis de respuestas al cuestionario 1 se reporta que 7 estudiantes evidencian relaciones asociadas al CC (TEAA), 8 estudiantes expresan relaciones no asociadas al CC (TEAC) y 5 estudiantes presentan relaciones con explicación parcial de significados científicos aceptados (TEAB).

Los problemas conceptuales identificados con el cuestionario 1 son:

- § Las cargas eléctricas en reposo son una fuente de campo magnético.
- § Imanes como cuerpos cargados.
- § Líneas de campo y fuerza magnética son equivalentes.
- § Las líneas de campo son consideradas como entidades reales en el espacio.
- § Los vectores intensidad de campo magnético y fuerza magnética son paralelos.

Después del ensayo los resultados finales indican que:

§ Se activaron 6 TEAA de los iniciales y se incorporaron 22 nuevos, ampliando su significado acerca del concepto de CME.

§ Surgieron 5 nuevos TEAB.

§ Respecto de los TEAC: 2 estudiantes no presentan, en 1 se mantienen y en 3 estudiantes operan nuevos TEAC.

La aplicación de la estrategia apoyada en simulaciones guiadas parece haber contribuido favorablemente al desarrollo conceptual de los estudiantes de la carrera de TSU ya que les permitió: “visualizar” fenómenos que son abstractos, resolver problemas, hacer suposiciones, aclarar dudas y estudiar situaciones que en el salón de clases resultan difícil de abordar.

Las simulaciones computacionales representan una buena herramienta para la enseñanza-aprendizaje de la física porque permiten: a) “visualizar” fenómenos naturales, como lo expresa el alumno E14: “*me gustó la práctica, aplicar la teoría, uno primero plantea suposiciones,...busca relaciones y luego lo comprobamos con las simulaciones*”; b) el estudio de fenómenos complejos relacionados con el CME sin necesidad de recurrir a tratamientos matemáticos, como lo señala el estudiante E10: “*... primero vimos el campo producido por un hilo con corriente, luego vimos que al unir varios hilos, se puede observar el campo magnético producido por una placa, allí uno ve como puede aplicar el principio de superposición para hallar el campo de la placa*”; c) la auto-evaluación, el estudiante E21 comenta: “*yo resolvía un problema y luego comprobaba si el resultado era correcto o no, o hacía un dibujo para representar las líneas de campo y luego corría la simulación*”.

## Conclusiones

De la aplicación de la propuesta de enseñanza basada en la TCC, se puede afirmar que:

§ Los estudiantes al inicio asignaban una variedad de significados equivalentes al concepto de CME ante las situaciones-problemas, que no los reconocen como tal.

§ Identificar los IO permite reconocer las dificultades de comprensión conceptual, necesario para el diseño de situaciones novedosas dirigidas a avanzar en el proceso de conceptualización.

§ Las dificultades presentadas en los estudiantes sobre el concepto de CME concuerdan con las reportadas en otros estudios (Guisasola y otros, 2003).

§ Las simulaciones facilitan la presentación de situaciones para el aprendizaje de los conceptos y principios basada en el uso de procedimientos propios del trabajo científico.

## Referencias

García, A. y Gil, M. (2006). Entornos Constructivistas de Aprendizaje Basados en Simulaciones Informática. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 5(2) 304-322

Guisasola, J., Almudi, J. y Zubimendi, J. (2003) Dificultades de Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios en la Teoría del Campo Magnético y Elección de los Objetivos de Enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 79-94

KOFMAN, H. (2000). Modelos y Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física. *Revista Educación en Física* .Vol. 6, 13-22

Llancaqueo, A. (2006) *El Aprendizaje del Concepto de Campo en Física: Conceptualización, Progresividad Y Dominio*. Tesis doctoral, Universidad de Burgos, España.

Vergnaud, G. (1990). La Teoría de los Campos Conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 10 (2), 133-170. Traducido por Godino, J.

## CITACIÓN

CASTELLANOS, M. y ANDRES, M. (2009). Desarrollo del concepto de campo magnético estacionario con simulaciones de fenómenos físicos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2728-2732

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2728-2732.pdf>