

## **LAS LÍNEAS DE CAMPO ELÉCTRICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE SIGNIFICADOS. UN ESTUDIO MULTIMODAL DE LA ACCIÓN EN EL AULA.**

**RANGEL DE TORRES, N. (1) y CASTELLS LLAVANERA, M. (2)**

(1) Dpto. de Física. Universidad de Carabobo [naykir@hotmail.com](mailto:naykir@hotmail.com)

(2) Universitat de Barcelona. [marina.castells@ub.edu](mailto:marina.castells@ub.edu)

---

### Resumen

En este artículo presentamos un estudio cualitativo basado en el análisis de las explicaciones en el aula de tres profesores de física electromagnética de la facultad de ingeniería. El análisis, desde la perspectiva multimodal, toma en cuenta la función de la representación visual a través de la acción. Se pretende describir el uso que hacen los profesores de la premisa “líneas de campo” en la construcción de significados del campo eléctrico, identificando la función de los recursos multimodales utilizados. Los resultados obtenidos, nos llevan a reflexionar sobre el papel de las líneas de campo en el proceso de construcción de significados del profesor, no sólo para el concepto de campo eléctrico, sino para el desarrollo de la visión tridimensional más allá del papel, competencia fundamental en el estudiante de ingeniería.

---

### INTRODUCCION

En el desarrollo del programa curricular de electrostática a nivel de estudios básicos de la facultad de ingeniería de la Universidad de Carabobo, en Venezuela; desde hace algunos años ha estado en discusión, la utilidad o no del concepto de las líneas de campo eléctrico, para el desarrollo del concepto de campo eléctrico. Existen investigaciones (Guisasola et al, 2003) sobre las dificultades de razonamiento de los estudiantes de ingeniería entorno a los conceptos de electromagnetismo, donde se resalta como necesario que el profesor realice un proceso de construcción del conocimiento, para la familiarización de los estudiantes con el modelo de líneas de campo y con los conceptos que pueden dar información sobre él,

como el flujo y la circulación de campo.

En este artículo presentamos una investigación cualitativa realizada en base al análisis de las explicaciones de tres profesores de Física a lo largo de la unidad de Electrostática. Se pretende describir el uso que hacen los profesores de las líneas de campo en la construcción de significados del campo eléctrico. El análisis se hará desde la perspectiva multimodal, tomando en cuenta la función de la representación visual a través de la acción.

## **OBJETIVOS.**

Los objetivos de este estudio son: 1) Analizar el uso del profesor en su explicación, de las “líneas de Campo eléctrico” en la construcción de la unidad de Campo Eléctrico, 2) Identificar los recursos multimodales utilizados para dar presencia a las Líneas de Campo, y su función.

## **MARCO TEÓRICO.**

Nuestro acercamiento a las explicaciones de los profesores se inicia desde las bases de la teoría de la argumentación de Perelman y Olbrecht-Tytnca (1958/2000) que conjuga un acercamiento retórico con el argumentativo. Desde el punto de vista retórico, la explicación del profesor ha de convencer a los alumnos de sus tesis (puntos de vista científicos) y eso se logra primero con la preparación de la audiencia para el discurso y segundo con la adaptación del discurso a la audiencia, tomando en cuenta sus intereses, ideas y nociones, sus experiencias y valores, en definitiva a su forma de entender la realidad y de afrontarla; y con la forma de presentar el discurso. Todos estos aspectos contribuyen al convencimiento de la audiencia.

Con los resultados obtenidos sobre estas bases (Fagúndez, 2006; Castells et al, 2007 y Rangel, 2005) se extrae y complementa una línea de investigación que estudia la acción del profesor en el aula para la construcción de significados científicos desde la perspectiva multimodal.

Las explicaciones que los profesores dan en sus clases, así como las que encontramos en los libros de textos y revistas científicas, son multimodales. Tanto en la elaboración de la ciencia como en la enseñanza y comunicación de la misma, intervienen diversos lenguajes o modos de comunicación (Lemke, 2002; Márquez et al, 2006). En sus explicaciones, el profesor combina el lenguaje oral, con elementos del lenguaje gráfico y de los lenguajes formales matemáticos y también elementos del lenguaje gestual, actuando sobre el mundo físico, realizando acciones con objetos materiales, con la finalidad de elaborar un discurso coherente que favorezca que los estudiantes puedan “ver” e “interpretar” el mundo físico de acuerdo a los significados científicos que se van construyendo en la clase y que de esta manera los vayan haciendo suyos (Ogborn et al, 1996).

En sus investigaciones Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis (2001) nos muestran las funciones retóricas de los objetos que median la acción en el aula, para darle ‘presencia’ a la entidad; a partir del cual los estudiantes pueden ver nuevas cualidades y funciones del concepto que se están construyendo. Dentro de ellas se destacan a) las demostraciones imaginarias, donde una entidad científica se hace presente ante el estudiante a través de la acción con el cuerpo, donde la acción del cuerpo toma la función de signo mediador de significado y de signo retórico; y b) la demostración usando objetos físicos.

## **METODOLOGIA.**

La investigación es básicamente cualitativa y descriptiva, basado en un estudio de casos. La experiencia se lleva a cabo en Venezuela, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, tomando como referencia el discurso de tres profesores en Física Electromagnética, que tienen distinta posición respecto a la utilidad y uso de las líneas de campo dentro del programa básico de electromagnetismo. El instrumento de recolección de datos se basa en la observación directa, no participativa, y usando como soporte la grabación en video de las clases y notas de campo del investigador. La construcción de la data se realiza a través de un procedimiento de transcripción multimodal, y de selección y división de las clases en diferentes segmentos, cada uno de ellos divididos en episodios de un minuto de duración aproximadamente (ver figura) Luego se procedió a la búsqueda de los fragmentos y episodios donde se aparecen las "líneas de campo eléctrico" que son los que se analizan en base a los aspectos definidos a partir del marco analítico.

Epis	
E4	<p>...Vamos a dibujar las líneas de campo.... Esta es una (<i>dibuja una línea</i>)...esta es otra. (<i>dibuja otra línea</i>)... acuérdate que son variables..(<i>sigue dibujando</i>) (...) entonces voy a pararme en algún lugar de esta superficie gausseana..digamos por ejemplo aquí...(<i>dibuja un cuadrado y un vector saliendo de la esfera</i>). ahí el vector de superficie es paralelo al campo eléctrico, seguramente si me paro por acá arriba (<i>dibuja y se coloca a un lado</i>)</p> 
E5	<p>Pero estas son líneas que están en este plano okey? (<i>se dirige con las manos al centro de la esfera en la pizarra, y barre con los brazos hacia fuera, de espalda al alumnado, y buscando la mirada con los alumnos</i>)</p>  <p>...pero hay líneas (<i>habla, mientras ubicado en el centro de la esfera, gira y simula con los brazos extendidos, líneas que salen de él, a la derecha, al centro a la izquierda...como representando él a la carga</i>) que salen de la pizarra también okey?..</p>  
E5b	<p>pero cualquiera de estas líneas de campo eléctrico, (<i>con los brazos abiertos en cruz</i>) en cualquier punto de la superficie gausseana son paralelas al diferencial de área..cierto?..si o no?..cierto o falso? (<i>comentan los estudiantes</i>) lo pueden imaginar? (<i>continua con los brazos abiertos esperando el feedback</i>)</p> 

## CONCLUSIONES.

En este artículo se estudiaron las explicaciones de tres profesores, con posiciones diferentes respecto a la utilidad y uso de las líneas de campo dentro del programa básico de electromagnetismo; y aún así, se

observó que en sus explicaciones los tres profesores recurren a las líneas de campo, a través de diferentes modos comunicativos.

Por otro lado, se observa el esfuerzo de los profesores en la construcción de significados durante la explicación; destacando el aspecto espacial a través de representaciones imaginarias, el uso del cuerpo y los brazos para dar presencia vectorial al campo eléctrico, la representación espacial, usando objetos físicos, la representación sobre la pizarra, con dibujos en colores, entre otros. El ingeniero en las diferentes ramas de especialización, se destaca en su labor de diseño y puesta en marcha, de sistemas que muchas veces no están aun construidos. Para ello debe crear y recrear sistemas que inicialmente están de forma imaginaria. Esta es una de las competencias básicas a desarrollar en el programa de ingeniería, y se observa que se da en el desarrollo de las explicaciones del profesor de física y que, por lo tanto contribuirán a esta competencia del futuro ingeniero.

El profesor hace uso de todos los recursos que cree disponibles en el aula para ayudar a que los estudiantes creen imágenes tridimensionales de sistemas que no existen físicamente y que lo irán formando hacia la *visión* del ingeniero

En resumen, los resultados obtenidos, nos llevan a reflexionar sobre el papel de las líneas de campo no sólo para el concepto de campo eléctrico, sino para el desarrollo de la visión tridimensional más allá del papel concreto a la construcción del significados de campo eléctrico, competencia fundamental en el estudiante de ingeniería. Además de tener pistas sobre cómo los diferentes modos comunicativos involucrados en las explicaciones contribuyen a la creación de significados científicos.

#### **REFERENCIAS**

CASTELLS, M.; ENCISO, J., CERVERÓ, J.M. , LÓPEZ, P. & M. CABELLOS (2007) *What can we Learn from a Study of Argumentation in the Students Answers and Group Discussion to Open Physics' problems?*  
A: PINTÓ R. & COUSO, D. (2007) *Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science (CRESILS)* Springer, pp: 417-431

FAGÚNDEZ; Th. (2006) *Análisis del discurso en clases de física universitaria y Implicaciones para la mejora de la práctica docente. Tesis Doctoral. Facultat de Formació del professorat. Universitat de Barcelona*

GUIASOLA J., SALINAS J., ALMUDI J., VELAZCO S. (2003) Análisis de los Procesos de Aplicación de las Leyes de Gauss y Ampere por Estudiantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003

KRESS, G.R., JEWITT, C. OGBORN J. & TSATSARELIS, CH. (2001) *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetoric of the Science Classroom*. New York: Continuum.

LEMKE, J. (2002). *Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones*. En Montse Benlloch (comp.). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Paidós Educador.

MÀRQUEZ, C. IZQUIERDO, M. ESPINET, M. (2006) Multimodal science teachers' discourse in modeling water cycle. *Science Educatio*. Vol 90, issue 2, March 2006

OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I. & MCGILLICUDDY, K. (1996) *Explaining Science in the Classroom* (Buckingham: Open University Press).

PERELMAN CH. AND OLBERCHTS-TYTECA L. (1958/2000) *Tratado de la Argumentación. La Nueva retórica*. Madrid: Gredos. Título original “Traité de l’Argumentation. La nouvelle rhétorique”, 1958.

RANGEL, N. (2005) A multimodal analysis of physics explanations. A: *Developing Standards in Research on Science Education*. The ESERA Summer School 2004. Edited by Hans E: Fischer. Leiden: Taylor & Francis.

## CITACIÓN

RANGEL, N. y CASTELLS, M. (2009). Las líneas de campo eléctrico en la construcción de significados. un estudio multimodal de la acción en el aula.. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3246-3251

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3246-3251.pdf>