

# ANALIZANDO LA PRESENCIA EN LA MULTIMODALIDAD DE LA EXPLICACION EN EL AULA. CASO: FLUJO ELÉCTRICO

Naykiavick Rangel de Torres

*Dpto. Física. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Venezuela.*  
nrangel@uc.edu.ve

Marina Castells Llanera

*Dpto. Didáctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Universitat de Barcelona Catalunya. España*  
marina.castells@ub.edu

**RESUMEN:** Estudio cualitativo, cuyo objetivo es analizar cómo los profesores de física construyen su explicación a estudiantes de ingeniería, identificando recursos multimodales y su función, en la construcción de significado científico. El tema es Electromagnetismo, específicamente flujo eléctrico. El marco teórico se estructura sobre la teoría de la argumentación de Perelman. La experiencia se lleva a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Venezuela. Se analiza el discurso de profesores de física, tomando en cuenta el papel de la representación visual a través de la acción y la creación de la “Presencia” en el discurso. Este trabajo representa parte de un estudio más profundo que propone la acción multimodal del profesor en su explicación, para el desarrollo de una competencia básica en el ingeniero: la visión tridimensional de los conceptos de la física.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis del Discurso, Enseñanza de la Física, Educación en Ingeniería, electromagnetismo, flujo eléctrico.

## OBJETIVOS

a) Describir la construcción de significados científico de la física a través del análisis de la enseñanza del profesor en el aula y desde una perspectiva retórica multimodal, tomando en cuenta la potencialidad convincente de la acción del profesor en la explicación, b) analizar cómo el profesor de física construye su explicación sobre el concepto de flujo eléctrico, c) analizar las funciones que el profesor da a los recursos multimodales usados en sus clases.

## MARCO TEORICO

### El concepto de flujo eléctrico.

En la mayoría de los textos de física universitaria (Serway, 2005), encontramos el uso de un sistema inicial para conceptualizar flujo eléctrico, formado por una superficie plana rectangular que es atra-

vesada por líneas de campo eléctrico (figura 1). El flujo eléctrico a través de una superficie simple se define como el producto escalar de los vectores área y campo eléctrico (figura 1). El significado de este concepto se construye utilizando la noción de campo eléctrico, las líneas de campo eléctrico y se agrega un nuevo concepto que define al área como un vector, cuyo módulo es la magnitud del área; y su dirección perpendicular, saliendo de la superficie.

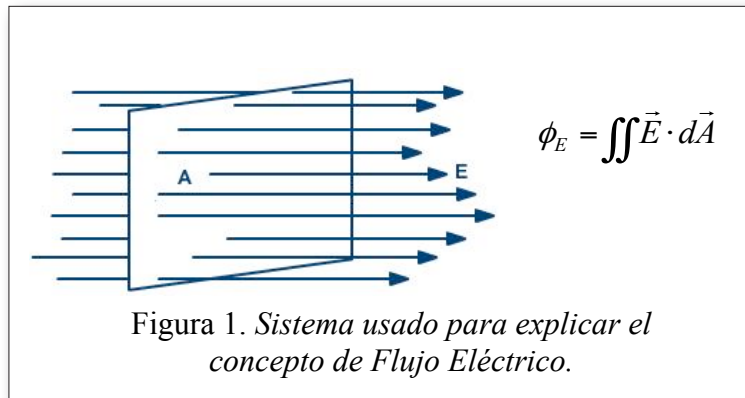


Figura 1. Sistema usado para explicar el concepto de Flujo Eléctrico.

## Teoría de la argumentación

Para construir nuestro marco analítico, nos basamos en la teoría de la argumentación de Perelman y Olbrecht Tyteca (1958/2000). Su objetivo es el estudio de las técnicas discursivas que permiten aumentar la adhesión de la audiencia a las tesis (ideas, conceptos,..) que se presentan para su aceptación. Esta teoría combina un enfoque retórico con uno argumentativo, y el cual ha demostrado ser un buen marco para el análisis. Esta teoría introduce conceptos fundamentales: a) *las premisas*, formadas por los acuerdos aceptados por el público, que serán el punto de partida de la argumentación, b) *las tesis* (conceptos, ideas o puntos de vista científico), c) la adaptación de *la audiencia* (los estudiantes), en términos de la retórica: el profesor con su explicación tiene que convencer a los estudiantes de sus tesis y esto se logra con *la preparación de la audiencia* para el discurso; se considera que un discurso es efectivo cuando está enfocado sobre el conocimiento de la audiencia, a la cual dirige las técnicas de persuasión, y considera necesario encontrar las formas más adecuadas para crear la participación de la audiencia, d) *Formas de presentación del discurso*, se refiere a la prosodia, formas verbales, dispositivos retóricos y estrategias utilizadas para lograr *la comunión* con la audiencia, y e) *la presencia*, la cual es necesaria dar a las premisas, con el fin de aumentar su valor retórico o convincente.

## La presencia y la multimodalidad

La *presencia* es un elemento esencial en la argumentación, basada en la selección de los conceptos y de cómo presentarlos con el fin de persuadir y convencer al estudiante. Antes de ir al aula, el profesor ha seleccionado, organizado y clasificado el contenido a dar. Y selecciona, de manera consciente o no, una variedad de elementos retóricos para presentar los conceptos a sus alumnos (la audiencia). Al realizar esta selección con el fin de persuadir a una audiencia particular, los profesores están utilizando la *presencia* desde un punto de vista metodológico. Otra derivación del concepto de *presencia* definido inicialmente por Perelman es el concepto de *presencia de segundo orden* introducido por Gross y Dearin (2003). Este, se refiere al efecto acumulativo de la presencia simple de elementos, que produzcan un efecto mayor. Damos presencia en la explicación cuando causamos un efecto sobre el estudiante:

---

llamando su atención a la clase, colocando en su mente una idea o concepto; al recordar el nombre o la ecuación de la variable matemática, dibujando un sistema, o recreando una imagen en movimiento, entre otros. Este tipo de presencia está relacionada con la construcción de significados y la multimodalidad en el aula. En su investigación Kress, Jewitt, Ogborn y Tsatsarelis (2001) nos muestran las funciones retóricas de los objetos que median la acción en el aula, para dar “presencia” a la entidad conceptual, con la cual los estudiantes pueden ver nuevas características y cualidades que sean útiles en su construcción conceptual. Entre varios de los recursos de presencia está: a) la demostración del imaginario, donde la identidad se hace presente al estudiante a través de la acción con el cuerpo que actúa como un signo retórico, y b) la demostración usando objetos físicos.

En el contexto de las ciencias experimentales, una línea de investigación se ha llevado a cabo en la Universidad de Barcelona (Fagúndez, 2006;. Castells et al, 2007, Konstantinidou et al, 2010). Sus resultados constituyen los principales antecedentes de la investigación. Con los resultados obtenidos (Rangel & Castells, 2005, 2010) se crea una nueva investigación que trata de estudiar la acción del profesor en el aula desde la perspectiva multimodal cuando el profesor está construyendo significados científicos.

## METODOLOGÍA

La investigación es cualitativa, 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 de Física: Laura, Montse, y Pere. 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 información se divide en segmentos de acuerdo al tema, y se separa en episodios de un minuto cada uno, llamado: [D01], [D02], .. [D019]. Los datos finales se presentan buscando la fácil comprensión para un maestro de ciencias. A través de un proceso de transcripción, se construye una tabla que incluye el discurso docente, los dibujos en la pizarra, los movimientos del profesor, y fotografías. La muestra: se hace la selección tomando en cuenta los segmentos del discurso que se analizan sobre la base del problema identificado en el marco analítico.

Análisis de datos: Se realiza desde la perspectiva multimodal y tomando en cuenta la presencia de segundo orden en la acción del profesor. Se busca caracterizar:

- La Secuencia:
  - El Orden: ¿Cómo el profesor combina las *premisas*, y la *tesis* que va construyendo?
  - El Tiempo: ¿Cómo se utiliza el espacio temporal?
  - El Ritmo: ¿Podemos identificar explicaciones del profesor con funciones globales? ¿Se encuentran presentes en los tres profesores?
- La Acción Multimodal en la construcción de significados:
  - Recursos: objetos físicos, Mímica, Dibujos: (representación espacial).
  - Función: Para desarrollar los contenidos científicos o habilidades específicas.

## RESULTADOS

Este trabajo estudió la explicación de tres profesores de física, utilizando un mismo sistema, sobre Flujo Eléctrico. Los hallazgos sobre el proceso de construcción de significado se limitan sólo a esta secuencia, y son:

## La secuencia en las explicaciones de Flujo Eléctrico, y el ritmo de la clase.

Se identificaron cinco fases en la construcción de la explicación: a) la introducción al tema, b) la definición de Flujo, c) la presentación del sistema en la pizarra, conformado desde la escritura inicial de las variables, su dibujo y la escritura de la expresión matemática, d) la representación espacial, utilizando la recreación en tres dimensiones de la imagen con objetos o recreando imágenes mentales, sobre el concepto de flujo, e) el desarrollo del comportamiento de flujo eléctrico con el soporte de conceptos matemáticos.

	D01	D02	D03 D07	D08 D12	D13 D16	
LAURA	Introduce el tema flujo eléctrico		Dibuja el sistema	Recrea un sistema imaginario	Desarrollo matemático en la pizarra	
	Gestos, voces		Pizarra + Texto Detallado + gestos, voz, dibujos	Usa un Objeto Físico: CARPETA gestos, voz PREGUNTAS	Pizarra + Dibujo Detallado + colores + carpeta + objeto físico + cuerpo	
	Ella crea un escenario e interactua con los estudiantes preguntando y recibiendo el <i>feedback</i> . Utiliza los brazos como las líneas de campo eléctrico. Usa los dedos apuntando como vectores campo eléctrico o como líneas de campo eléctrico					
MONTSE	Introduce el tema flujo eléctrico y utiliza la recreación imaginaria.			Flujo eléctrico	Dibuja el sistema	Desarrollo matemático sobre la pizarra
	Cuerpo, brazos, manos, voz (contextualiza la historia usando lugares familiares, sentido del humor, humor negro, hironia), (onomatopeya, desplazamiento del cuerpo, movimiento de brazos, manos)			Pizarra.	Slate Usa manos/ superficie	Pizarra + objeto físico + brazos+ manos Usa un objeto físico (folio) como la superficie del sistema
	Crea un escenario Utiliza objetos imaginarios: dos anillos. Los estudiantes: rien, se quejan, responden			Usa los brazos como líneas de campo eléctrico Usa los dedos apuntando como campo eléctrico o líneas de campo eléctrico		
PERE	Flujo eléctrico	Dibuja el sistema	Desarrollo matemático sobre la pizarra			
	voz, pausas	Pizarra + colores	Pizarra + Dibujos detallados +colores+ ecuaciones			
	Utiliza las pausas (silencios). Usa los brazos como líneas de campo eléctrico Usa los dedos apuntando como campo eléctrico o líneas de campo eléctrico.					
	D01	D02	D03 D07	D08		

Fig. 2. La Secuencia y recursos multimodales utilizados explicando Flujo Eléctrico.

La figura 2 muestra la secuencia de la explicación estructurada en fases, a lo largo de segmentos de 1 minuto de duración, identificando recursos multimodales y acciones más destacadas. Esta secuencia muestra que a pesar de que todos cumplen con los objetivos del plan de estudios, cada profesor caracteriza un estilo de enseñanza diferente en la que el profesor organiza y selecciona: contenido, tiempo empleado y recursos en cada fase; y su combinación. Llamamos a esto el *ritmo* de la clase. Estos profesores, utilizan a) el mismo tiempo para la introducción del concepto y la descripción inicial del sistema, b) el mismo tiempo para el desarrollo matemático, y; dos de ellos gastaron el mismo tiempo para la recreación de imágenes mentales en tres dimensiones, excepto Pere, quien al parecer no necesitó la representación espacial, quizás confiando en la calidad y detalle de sus dibujos.

---

## La acción multimodal y la Presencia.

La enseñanza de la física requiere un esfuerzo de la acción multimodal en el aula, creando sistemas físicos desde el imaginario logrando así una *presencia* de alto nivel. De esta manera, muchos recursos multimodales están interactuando y los estudiantes son involucrados e integrados dentro de este sistema imaginario. La combinación dinámica de recursos multimodales en la acción de los docentes refuerza la *presencia* de flujo eléctrico a los estudiantes, facilitando la construcción de significados. A pesar de que cada profesor presentó formas diferentes de crear la explicación sobre el mismo tema, incluso utilizando el mismo sistema, se observó un esfuerzo a lo largo de sus explicaciones por mantener la atención de los estudiantes. Ellos hicieron uso de: voces, gestos, la inclinación de su cuerpo, envolviendo a los estudiantes dentro de la explicación que pasarán a ser considerados como un todo. Los modos de representación utilizados fueron: a) representación espacial, a través de la recreación en escena, b) el uso del cuerpo y los brazos para dar presencia a la direccionalidad del vector campo eléctrico y el vector área, c) la representación espacial, el uso de objetos imaginarios y objetos físicos, d) la representación en la pizarra con dibujos, usando colores y utilizando también objetos físicos.

## La Preparación de la Audiencia

Los profesores conocen a sus estudiantes, sus valores y jerarquías, este conocimiento les ayuda en la selección de herramientas argumentativas a usar, especialmente los puntos de partida de la explicación, para lograr la atención a sus explicaciones verbales. Hemos observado situaciones (ruido, cansancio) en las que los alumnos no estaban dispuestos a prestar atención, sin embargo, los profesores utilizaron recursos (sentido del humor, el humor negro, onomatopeya, el silencio, la voz) para alcanzar el compromiso de atención por parte de los estudiantes y reiniciar el proceso reflexivo de la explicación. El discurso del profesor no sólo se construye a través de la incorporación del conocimiento científico al contexto educativo específico, sino de verificar si el público “recibe” las ideas de su discurso. Es esta continua búsqueda del acuerdo (la *comuni3n* con la audiencia), y la confirmaci3n de la atenci3n del estudiante, lo que gui3 el discurso del profesor, a trav3s del *feedback* por el contacto visual, o con el uso de la repetic3n y la pregunta ret3rica.

## Funciones de la acci3n multimodal en la explicaci3n

Se identificaron diferentes modos de representaci3n de las premisas y funciones variadas, algunos son: a) la construcci3n del concepto: vector 3rea, b) reforzar un concepto ya dado: l3nea de campo el3ctrico, c) diferenciar vector 3rea con el campo el3ctrico en diferentes puntos, d) relacionar la ecuaci3n de flujo el3ctrico con una superficie adecuada para resolver la integral, d) diferenciar casos de flujo el3ctrico con diferentes configuraciones de campo el3ctrico. Destacamos una caracter3stica com3n observada en las explicaciones, el refuerzo de la representaci3n espacial y el uso de varios recursos multimodales a la vez.

## CONCLUSIONES

El proceso de ense1anza de la f3sica incluye un esfuerzo en la acci3n multimodal en el aula, para crear sistemas f3sicos imaginarios, logrando una *presencia de alto nivel*. De esta manera, muchos recursos multimodales est3n interactuando entre si y los estudiantes est3n inmersos en ellos formando parte del sistema imaginario. El an3lisis del discurso, nos permite conocer el *Ritmo* de cada profesor para construir significados y mantener la adhesi3n de los estudiantes. Esta din3mica fortalece la *comuni3n* para facilitar as3 el aprendizaje. Un aporte de esta investigaci3n es el conocimiento adquirido por las

---

investigaciones a través del análisis sobre el proceso de enseñanza, que se contrasta con el propio. El profesor hace uso de todos los recursos disponibles en el aula para ayudar a los estudiantes a crear imágenes tridimensionales de los sistemas que, no existen físicamente y que contribuirán en el desarrollo de una visión especial del ingeniero; donde las diferentes formas de representación son más importantes que las palabras. Los resultados de la investigación abren nuevos caminos para la formación de profesores de física con el fin de mejorar su praxis, en relación con sus capacidades comunicativas para la construcción de un discurso que podría ser efectivo para una audiencia específica.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del grupo GRIEC (Grup de Recerca i Innovació) de la UB y del Proyecto REDICE12-2040-02 del ICE de la UB.

## 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? In 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. Implicaciones para la mejora de la práctica docente*. Doctoral Thesis. Facultat de Formació del professorat. Universitat de Barcelona. Director: Marina Castells
- GROSS A., DEARIN R. (2003) Chaim Perelman. USA: Southern Illinois University Press.
- KONSTANTINIDOU K, CERVERO J, CASTELLS M. (2010). Argumentación y concepciones científicas de los estudiantes. In: *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 63. pp: 26-38
- KRESS G.R., JEWITT C. OGBORN J. & TSATSARELIS CH. (2001) *Multimodal Teaching and Learning: The Rhetoric of the Science Classroom*. New York: Continuum.
- PERELMAN CH & OLBRECHTS-TYTECA, L. (1958) : *Traité de l'Argumentación. La nouvelle rhétorique*, Bruxelles: Eds. Université of Bruxelles. Translation: (2000) *Tratado de la Argumentación. La Nueva retórica*. Madrid: Gredos.
- RANGEL N., CASTELLS M. (2005): A multimodal analysis of physics explanations. In: Fischer Hans, "Developing standards in research on science education". pp. 205-212. Taylor & Francis: London.
- RANGEL N., CASTELLS M. (2010): Electrical field lines in the meaning making a multimodal study about the action in the classroom. In M.F. Taşar & G. Çakmakçı (Eds.) *Contemporary science education research: teaching* (pp. 273-282). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.
- SERWAY R., JEWETT JR. (2005) *Física para ciencia e ingeniería*. Vol 2, pp 744. México: Thomson Editores.