

Resumen Analítico – RAES

Tipo de documento: Tesis de Grado

Acceso al documento: Universidad Pedagógica Nacional

Título del documento: Contextualización de las Ecuaciones de Maxwell empleando formas diferenciales

Autor(s): MORENO PEÑA, Raúl Eduardo

Asesor: María Mercedes Ayala

Publicación: Bogotá, 2008, 51p

Unidad Patrocinante: Universidad Pedagógica Nacional

Palabras Claves: Formas diferenciales, campo vectorial, flujos, intensidades, densidades, operadores diferenciales

Descripción: Tesis de grado que muestra una alternativa para la interpretación de los fenómenos electromagnéticos haciendo uso de una representación geométrica basada en superficies. Las formas diferenciales surgen como las expresiones que dan cuenta de las cantidades físicas relacionadas con tal interpretación. Las ecuaciones de Maxwell vistas desde esta perspectiva presentan relaciones entre cantidades de diferentes naturalezas como intensidades, flujos y densidades del campo; las superficies y sus familias caracterizan cada una de estas magnitudes. Los operadores diferenciales permiten darle una estructura al comportamiento electromagnético del espacio y se convierten en formas de relacionar de manera ordenada las cantidades físicas que definen cada campo, es decir, relacionar las superficies y sus familias.

Fuentes: SELFRIDGE, Richard H, ARNOL, David, WARNICK, Karl, *Teaching electromagnetics using differential forms*, Transactions on Education, Vol. 40, No. 1, , Department of Electrical and Computer Engineering, Brigham Young University, 1997 SELFRIDGE, Richard H., ARNOL, David, WARNICK, Karl, *Electromagnetics*, department of Electrical and Computer Engineering, Brigham Young University, 2001. MAXWELL, James Clerk, *A treatise on electricity and magnetism*, third edition, Dover publications, inc, New York, 1954 HERRMANN, F. HAUPTMANN, H. *Field lines and field surfaces*. Abteilung für Didaktik der Physik, Universität, Karlsruhe GIBBS, J Willard, *vector analysis*, Charles Scribner's Sons, New York, 1901

Contenidos: Existen ciertas preocupaciones alrededor de la enseñanza del electromagnetismo. Entre otras podemos encontrar 1) Los estudiantes no resuelven los ejercicios a causa del escaso dominio del aparato matemático y su poca relación con las magnitudes físicas asociadas. 2) Escasa comprensión de las

teorías de la física y de las formas lógicas de deducción. 3) Poca comprensión de los aspectos históricos y epistemológicos sobre los cuales se basan las teorías, el desconocimiento de los supuestos y las estructuras de comprensión del fenómeno dificulta el entendimiento de la física como una actividad que tiene que ver con las formas en que el hombre explica el mundo. Inscrita en la problemática física y matemática y con la necesidad de encontrar aspectos geométricos que permitan comprender las relaciones presentes en la descripción matemática de las ecuaciones de Maxwell se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué forma se puede establecer una correspondencia entre la Teoría Electromagnética, sus leyes y sus formas geométricas de representación?

El presente texto muestra una opción en la construcción de una imagen distinta de las leyes de Maxwell. Las formas diferenciales surgen como una herramienta útil ya que permiten asignar a cada una de ellas un tipo de magnitud, además las formas diferenciales vistas como planos e intersecciones de estos mismos tienen correspondencia con la experiencia, pues los planos establecen límites del espacio, sus intersecciones pueden conducir flujos y encerrar regiones del mismo. La monografía muestra desde una perspectiva geométrica la correspondencia entre las imágenes de los fenómenos electromagnéticos, las leyes de Maxwell y sus formas matemáticas de representación.

Metodología: Recoger las formas de presentación de las diferentes magnitudes que definen el estado electromagnético del espacio tal como se muestran en los escritos originales de Maxwell. Luego, observar las presentaciones hechas de su teoría en documentos de segundo orden. Indagar en cada documento como es la presentación de cada una de las ecuaciones de tal manera que se tenga un panorama sobre la imagen física de cada una de estas.

Basados en cada una de las presentaciones indagar cuales son las diferencias que se encuentran en la presentación de las ecuaciones de Maxwell de forma diferencial e integral.

Las lecturas se realizarán desde un enfoque conceptual, de manera que se puedan generar imágenes a propósito del fenómeno, formular y resolver preguntas acerca de la puesta en escena de las Ecuaciones de Maxwell, para que con el fruto de un análisis crítico se pueda generar una propuesta en la contextualización de las imágenes generadas en la explicación de los fenómenos electromagnéticos.

Tomar las reflexiones derivadas del trabajo y realizar una propuesta alterna en la comprensión de la Fenomenología electromagnética que esté dirigida a estudiantes de un curso introductorio de electromagnetismo.

Conclusiones: La correspondencia entre el mundo físico, las imágenes del fenómeno y las formas de explicación que se evidencia desde una mirada geométrica de las ecuaciones de Maxwell partiendo de formas diferenciales, muestra un panorama positivo del estudio del electromagnetismo, más cercano a la percepción y al sentido común, y sobretodo consistente con las formas

matemáticas que recogen las relaciones que manifiestan los fenómenos electromagnéticos.

Llama la atención la relevancia que tiene la inclusión de cantidades como el flujo eléctrico y la intensidad de campo magnético pues estas orientan a los estudiantes en la distinción de este tipo de magnitudes en términos en que se necesita de ambas para especificar cada campo. Se hace significativa la información que aporta el rotacional y la divergencia de cada campo; o lo que es igual: la derivada exterior de la 1-forma intensidad y la derivada exterior de una 2-forma flujo. La primera determina las fuentes de circulación del campo y la segunda muestra las fuentes de flujo.

Las Formas Diferenciales como representaciones duales a la representación vectorial adquieren sentido al tener una representación geométrica sólida de modo que cada magnitud adquiere un significado más perceptible, dado que el ser humano está relacionado directamente con las superficies las cuales son el factor estructurante de este punto de vista.

Como los coeficientes son funciones de posición en el espacio si toman valores tal que las superficies de la 1-forma diverjan o converjan el lugar donde estos se encuentran indicará una fuente de circulación mientras que si son los coeficientes de una 2-forma toman valores tal que los tubos diverjan o converjan indicarán el lugar donde se encuentra la fuente de flujo de dicho campo.

Se pone de manifiesto la relación Física y Geometría. A diferencia de la geometría axiomática a la que estamos acostumbrados. El análisis desde las formas diferenciales muestra una geometría práctica, que tiene que ver con las estructuras de pensamiento elaborado desde la experiencia, no es proporcionada por el mundo de las ideas y no obedece únicamente a procesos algorítmicos. Implica una relación con el mundo en que vivimos y el deseo de dar cuenta de él de una forma organizada y consecuente con el sentido común.

Fecha Elaboración resumen: Noviembre de 2008