

RESUMEN ANALITICO EN EDUCACIÓN - RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Aportes del trabajo de Heaviside a la teoría electromagnética de Maxwell
Autor(es)	Chaparro Hernández, Héctor; Meza Lozano, Edward Augusto.
Director	Ayala Manrique, María Mercedes.
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. 2015, 69 pág.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	CUATERNIÓN, VECTORES, ÉTER, CAMPO ELECTROMAGNÉTICO, ACCIONA DISTANCIA, POTENCIALES, MAGNITUDES FUNDAMENTALES, ELECTRICIDAD, MAGNETISMO, ECUACIONES DE MAXWELL, RELACIÓN FÍSICO-MATEMÁTICA.

2. Descripción
<p>El presente trabajo fue desarrollado como un proceso investigativo el cual se adhiere a los intereses y enfoque de la línea de profundización “<i>Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural</i>”, especialmente en la sub-línea “<i>Análisis Histórico-crítico</i>” al considerar la relevancia de abordar los textos originales y recurrir a la historia de las ciencias con el fin de poder observar el contexto donde se construyen los diversos tipos de formalización y las problemáticas a las cuales éstas daban solución. De esta forma veremos que el trabajo en gran parte recurre a la interpretación y re-contextualización de varios textos de primer orden, como lo son: el de O. Heaviside <i>Electromagnetic Theory Vol.</i>, J.C. Maxwell <i>A Treatise Electricity And Magnetism Vol. II</i>, entre otros, y de segundo orden, el más relevante de W. Berkson <i>Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein</i>, muestran un panorama que da cuenta de cómo el desarrollo de la teoría electromagnética ha sido afectado por un conjunto de hechos tanto históricos como culturales.</p> <p>A partir de esto nace la propuesta APORTES DE OLIVER HEAVISIDE A LA TEORIA ELECTROMAGNETICA DE MAXWELL Y A SU ENSEÑANZA por lo cual la inquietud de notar y visibilizar el análisis de los aportes de Heaviside al electromagnetismo y algunos de los rasgos del el proceso de construcción del sistema conceptual y matemático que está a la base de la representación de los fenómenos electromagnéticos.</p>

3. Fuentes
<p>AYALA, M. (2006). <i>Los analisis historico criticos y la recontextualizacion de saberes cientificos construyendo un nuevo espacio de posibilidades. Pro-posicioes</i> , 17 (1), 33.</p> <p>G.M. SIERRA, P. B. (2008). Una epistemología histórica del producto vectorial: Del cuaternión al análisis vectorial. <i>Latin-American Journal of Physics Education</i> , 2 (2).</p> <p>HEAVISIDE, O. (1893). <i>Electromagnetic theory vol I</i> (Primera edicion ed., Vol. 1). LONDRES: LONDON PUBLICATION.</p> <p>H. HERTZ (1990)., <i>Las Ondas Electromagnéticas</i> (págs. 54-58).</p> <p>MAXWELL, J. (1873). <i>A Treatise Electricity And Magnetism</i> (Vol. II). LONDON , INGLATERRA .</p>

HAMILTON, W. R. (1844). ON QUATERNIONS, OR ON A NEW SYSTEM OF IMAGINARIES IN ALGEBRA. (D. R. Wilkins, Ed.) *Philosophical Magazine* .

W. BERKSON (1985)., *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein* (V. e. Seco, Trad., págs. 400). Madrid, España: Alianza.

MAXWELL, J. (1855). On Faraday's Lines of Force. Cambridge: Digitally enhanced and compiled from the repository of digital old.

MAXWELL, J. C. (1965). the Scientific Papers of James Clerk Maxwell . 2 . (J. C. Cruz, Trad.) New Cork : Niven

RAUTIO, J. C. (2008). ¿por qué costó 23 años para que se aceptara la teoría del electromagnetismo de Maxwell. *Microwave Journal* , 51 (7), 2.

4. Contenidos

Con el fin de presentar nuestra investigación con todo un soporte conceptual coherente, se ha presentado una serie de tópicos organizados en dos capítulos: El primer capítulo está dedicado a generar un contexto de significación de la obra de Heaviside especialmente a nivel de lo matemático. Así, en la segunda sección del primer capítulo se hace una ubicación de su trabajo, con la que es posible comenzar a captar su relevancia para el desarrollo del electromagnetismo y tener en cuenta sus aportes. En la tercera sesión del mismo, que es la central, se hace una aproximación al sistema de los cuaterniones buscando sentar unas primeras bases para entender la transición realizada del cuaternión al análisis vectorial y sus implicaciones geométricas.

En el segundo capítulo se presenta primero algunas consideraciones sobre la enseñanza del electromagnetismo donde se contrasta la visión de acción a distancia con la concepción de campos, mostrando la relevancia que adquiere el medio entre los cuerpos como fuente y sede de los procesos electromagnéticos. En la segunda sesión del capítulo II se presenta el modelo de éter de Maxwell y la relación que guarda con su teoría sobre el fenómeno electromagnético. En la tercera parte se presentan los aportes de Heaviside al electromagnetismo donde se logra resaltar lo más relevante de su teoría y el papel protagónico que jugó en la síntesis de las ecuaciones de Maxwell y en la transición del cuaternión al análisis vectorial.

5. Metodología

La presente investigación se desarrolló a partir de un análisis histórico crítico en torno al trabajo efectuado por Oliver Heaviside sobre la teoría electromagnética de Maxwell que escribe en su libro *Electromagnetic Theory vol. 1*. Para generar un contexto de significación de la obra de Heaviside se recurrió tanto a fuentes de primer orden o textos originales de este pensador y de otros pensadores de su época, a los cuales se les dio especial relevancia, como a fuentes de segundo orden, de las cuales se tomó como central la obra de W. Berkson. *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein*. El proceso de documentación en donde se recopiló información pertinente se hizo una revisión de la misma fue el punto de partida de la investigación; pero se desarrolló igualmente en diferentes momentos de ésta, dependiendo de las preguntas formuladas por los investigadores. Las condiciones para la determinación de las magnitudes básicas del sistema teórico analizado y la interrelación entre los sistemas matemáticos y conceptuales en torno a los fenómenos electromagnéticos fueron constituyéndose en los ejes estructurantes de la indagación. La contrastación de las posturas de Maxwell y Heaviside y de sus formas de plantear y abordar la problemática del electromagnetismo así como la explicitación y discusión de nuestras inquietudes frente a los planteamientos y formas de proceder de estos pensadores en torno a estos fenómenos fueron

un motor para la investigación realizada. Después de un primer análisis de la introducción y segundo capítulo del volumen I de la *Electromagnetic Theory* de Oliver Heaviside, que permitió tener en cuenta aspectos relevantes de su versión del electromagnetismo y contrastarla con la comprensión que teníamos de esta teoría, se entró a analizar el contexto conceptual el sistema operativo desde el cual Maxwell planteo sus ecuaciones. Se hizo luego un estudio sobre los cuaterniones y su modo de operación. En el marco de estas ideas realizamos algunas consideraciones sobre la enseñanza del electromagnetismo integrando los diversos aspectos que nos pudieran brindar una propuesta interesante haciendo un énfasis especial en la relación físico-matemática en la explicación de los fenómenos electromagnéticos. Por último luego de tener a la mano esta serie de información se procedió a identificar los aportes de Heaviside a la Teoría Electromagnética de J.C. Maxwell.

6. Conclusiones

1. Con el desarrollo de la investigación se puede sacar como primera conclusión que la riqueza conceptual que se puede adquirir con el trabajo de documentos de primer orden es de gran relevancia para maestros en formación continua que le permite abordar los problemas de la física no desde un punto simplista de la historia como un desarrollo histórico en forma de anécdota sino de poder hilar y construir significados a problemáticas actuales pero fundamentadas en las razones de fondo que condujeron a la aparición de los diferentes sistemas de sistematización de la ciencia, en particular la física.
2. Por otra parte, si examinamos el lenguaje de los cuaterniones, propuestos por Hamilton y puestos al servicio de la física, nos encontramos con otra manera de comprensión de los fenómenos electromagnéticos, que no discrepa mucho de la actual, aunque no sea la manera más idónea, no se abandona tal sistema como lo mencionan O. Heaviside, J.C. Maxwell, entre otros, sino que al contrario se reestructura y se hace una interpretación física de los mismos para que estén en correspondencia con la conceptualización y experimentación de los fenómenos electromagnéticos, **dejándonos ver que tal maquinaria matemática debe ser reestructurada para que tenga sentido físico y no viceversa** (contrario a lo que se piensa, no se puede reestructurar un fenómeno físico para ajustarlo a la maquinaria matemática de que se disponga); es decir, para formalizar un fenómeno, hay que construirse o inventarse el andamiaje matemático que lo sustente, mirando diferentes posturas sobre el mundo físico, repensar la imagen de ciencia y abordar problemas epistemológicos espaciales (lo matemático y lo conceptual) y pedagógicos.
3. Los aportes de Heaviside son de gran relevancia tanto en sus conclusiones matemáticas como físicas. En primer lugar: sintetizó las 20 ecuaciones de Maxwell eliminando los potenciales _escalares y vectoriales_ de sus ecuaciones y reescribiéndolas en su sistema propio que denominó *análisis vectorial*, aunque no encontramos en ninguna página del libro *Teoría Electromagnética* de Heaviside un compendio de ecuaciones de las cuales escriba Heaviside "*son las que sintetizan el electromagnetismo de Maxwell*", si encontramos algunas de las más relevantes que se relacionan a lo largo de todo el libro (págs. 35, 50, 52) y que de entrada en el capítulo

II las llama magnitudes fundamentales que describen el campo electromagnético, a saber, fuerza eléctrica y magnética que en contraste con Maxwell estas no son las magnitudes fundamentales sino las funciones potenciales de las cuales hace uso frecuentemente en el tratado de electricidad y magnetismo y de las cuales deriva las fuerzas: eléctrica y magnética.

4. Heaviside de manera ingeniosa sin recurrir a las funciones potenciales de Maxwell, encuentra una relación vectorial entre ellas que mide el flujo de energía de los campos (eléctrico y magnético) que hoy día se conoce como vector de Pointyng del cual la historia ha cometido un grave error puesto que se debería llamar vector de Heaviside-Pointyng.
5. La caracterización geométrica que hace Heaviside de las magnitudes básicas, de fuerzas como líneas y flujos como tubos así como la clasificación de los flujos en dos, los que involucran almacenamiento de energía y los que involucran su gasto, da un panorama claro del electromagnetismo dándole un significado preciso a cada magnitud utilizada para dar cuenta del fenómeno electromagnético, evidenciando su necesidad en el sistema teórico.
6. El examen del trabajo realizado por Heaviside nos ha permitido visibilizar cómo la obra de Maxwell ha sido afectada por un conjunto de hechos y transformaciones hasta llegar a la teoría electromagnética que en general hoy se conoce, lo cual nos ha posibilitado tener un mejor acercamiento a la actividad científica, transformando nuestra imagen de ciencia y generando una nueva perspectiva para nuestro actuar en el aula, que hará de *los procesos* y no de los resultados o productos científicos una forma de asumir la actividad cognitiva en el aula.

Elaborado por:	Chaparro Hernández, Héctor; Meza Lozano, Edward Augusto.
Revisado por:	Ayala Manrique, María Mercedes

Fecha de elaboración del Resumen:	24	06	2015
--	----	----	------