

RESUMEN ANALITICO DE EDUCACION RAE

TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de Grado

ACCESO AL DOCUMENTO: Universidad Pedagógica Nacional

TITULO DEL DOCUMENTO: LA CARGA ELECTRICA COMO FUENTE DE GRAVEDAD

AUTORES: AMAYA ARDILA, Juana Marcela. Y VANEGAS PRADA, Saúl Alfonso.

ASESOR: Mónica Eilene Valencia D. y Néstor Méndez Hincapié

PUBLICACION: Bogotá D.C., 2008.

PALABRAS CLAVE: Carga Eléctrica, Fuerza, Campo, Teoría General de la Relatividad (TGR), Fuente de Gravedad, Reissner-Nordström, Lensamiento Gravitacional, Deflexión de la luz.

DESCRIPCION: En el presente trabajo se recogen las concepciones fundamentales de la Física Clásica que explican a la carga eléctrica y sus interacciones como fuerza, como campo y como geometría. Luego, por medio de una solución numérica, se analizan las trayectorias que presenta la luz al pasar cerca a una masa puntual cargada (Solución Reissner-Nordström), las cuales aportan a la ampliación del concepto de carga en la TGR.

FUENTES: Las principales fuentes utilizadas en este trabajo de grado fueron:

D'Inverno, R. Introducing Einstein's Relativity.

Doménech, C. El Debate Sobre la Masa Relativista: El Problema Definicional y Otros Aspectos Epistemológicos.

Gramajo, M. El Concepto de Carga Eléctrica de una Concepción Clásica de Campos.

Marsh, G. Charge, Geometry and Effective Mass

CONTENIDOS: Este trabajo está estructurado de la siguiente manera.

En el primer capítulo se hace una recopilación histórica del concepto de la carga eléctrica en la Física Clásica, teniendo en cuenta sus interacciones desde diferentes concepciones metafísicas. En el segundo capítulo se presenta una introducción a las Ecuaciones de Campo de Einstein ECE seguido de la solución propuesta por Reissner-Nordström, la cual describe el espaciotiempo en presencia de una masa cargada. También con la ayuda de la ecuación de la Geodésica se obtiene la ecuación diferencial apropiada para la descripción el movimiento de un

cuerpo en dicho espacio. En el tercer capítulo, se hace la solución numérica en lenguaje de programación Hi-Q 4.5 correspondiente a la deflexión de la luz en el espaciotiempo de Reissner-Nordström con la ayuda de la ecuación diferencial presentada en el capítulo 2. Adicional a esto, se comprueba numéricamente el ángulo de la deflexión de la luz en cercanías al Sol hallado experimentalmente por Eddington en 1919.

Por último, en el cuarto capítulo, se presentan las implicaciones que tiene la carga eléctrica en la Teoría General de la Relatividad (TGR), mostrando que este concepto debe ser una extensión del concepto concebido clásicamente.

METODOLOGIA: Con el ánimo de estudiar el concepto de carga eléctrica se hace uso de dos aspectos que resultan convenientes a la hora de profundizar en este estudio, convirtiéndose así en una metodología propia. El primero de ellos, la revisión conceptual, permite identificar las interacciones que presenta la carga al ser vista como fuerza, como campo y como geometría. El segundo aspecto, la reconstrucción matemática, que es donde se hace uso de la solución de Reissner-Nordström, acercando a la carga eléctrica a la TGR. En este aspecto también se retoman las ecuaciones de Euler-Lagrange que llevan a la deducción de la ecuación diferencial que más adelante proporciona los elementos necesarios para la descripción de la trayectoria de un haz de luz cuando pasa cerca a una masa puntual cargada.

Con base en este aspecto se hace uso de una herramienta didáctica que permite ampliar los procesos analíticos de la TGR, la solución numérica a partir de lenguaje de programación.

CONCLUSIONES:

-La articulación de la revisión conceptual, el formalismo matemático y la ayuda de herramientas computacionales hacen que se implemente un método propio para abordar los conceptos en Física. Todos estos forman un conjunto completo de estudio al querer comprender un concepto que puede presentar diferencias al ser enmarcado en las teorías presentes en la Física.

-Hacer uso de herramientas computacionales, como los lenguajes de programación, para simular aspectos fenomenológicos del universo, permite tener en cuenta aspectos que el tratamiento analítico no lo permite, aspectos que consideran diferentes cantidades físicas con valores precisos. De la misma manera, involucrar este tipo de herramientas en la Enseñanza de la Física comprende un estímulo adicional que le permitirá al estudiante tener una mayor comprensión del fenómeno.

-La revisión hecha en este trabajo, en la que se considera el concepto de carga eléctrica desde tres posturas determinantes de la física, (fuerza, campo, geometría) permite afirmar que existe un cambio conceptual cuando se aborda el concepto pues cada postura permite involucrar aspectos diferentes. El considerar las interacciones entre cuerpos desde la TGR (interacción entre el cuerpo cargado

con la luz) permite establecer el espaciotiempo como elemento fundamental para hablar de dicha interacción, que en contraste, con las posturas clásicas, se considera el campo sin involucrar el espacio desde la teoría de campo y a los cuerpos desde la teoría de fuerza.

-En cuanto al estudio relativista de la carga como generadora de campo gravitacional se pueda ver que el generado por una masa es diferente al que se genera por una carga, lo cual lleva a pensar que desde el estudio de la TGR la manifestación de la interacción es de un solo tipo, repulsiva, mientras en las teorías clásicas, sea campo o fuerza, siempre se presentan dos tipos de manifestaciones, atractiva y repulsiva. Así mismo, este último aspecto, permite abandonar la concepción clásica de tener en cuenta el signo de la carga.

-Finalmente, era de esperarse que el ángulo de deflexión (ecuación 4.1) que sufría la luz en presencia de una masa cargada fuera mayor que el que sufría la luz en presencia de una masa. Esto debería suceder, como lo presenta Adriana Villaraga [23], en la ecuación (a), porque aparece un nuevo término para tener en cuenta en la deflexión que haría que el campo gravitacional fuera más intenso, pero los resultados obtenidos a partir de la solución numérica demuestran lo contrario, pues en ella se observa que al estar presente la carga (solución Reissner-Nordström) los rayos de luz se deflectan menos, es decir, el campo gravitacional es menos intenso que cuando están en presencia de la masa (solución Schwarzschild).

$$\Delta = \delta = 4m/r_0 + 3e^2/4mr_0 \quad (a)$$