

RESUMEN ANALÍTICO

TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado.

ACCESO AL DOCUMENTO: Universidad Pedagógica Nacional.

TITULO DEL DOCUMENTO: Caracterización del Espacio-tiempo de Minkowski

AUTOR: Mauricio Andrés Vargas Durango

ASESOR: Yesid Javier Cruz Bonilla

PUBLICACIÓN: Bogotá, 2009.

PALABRAS CLAVES:

Espacio, Tiempo, Espacio-tiempo, Geometría, Simultaneidad, Curvatura, Variedad, Absolutismo, Convencionalismo, Relacionismo.

DESCRIPCIÓN:

Este escrito muestra por medio de un estudio epistemológico los conceptos de espacio y tiempo en las concepciones clásicas y modernas de la física; más concretamente dentro de la física clásica y la teoría de la relatividad. Se realiza un análisis de los momentos cruciales de la ruptura epistemológica que conlleva a cambios en la estructura causal que se reflejan en puntos de vista, creencias, ideologías científicas y condiciones de producción del discurso involucradas en la evolución de estos conceptos.

FUENTES:

- Anacona, Maribel y Gómez G, Susana. Einstein y el rol de las matemáticas en la física. Praxis Filosófica. Nueva serie, No. 22. Universidad del Valle. 2006.
- Arriassecq, Irene y Greca Ileana María. Algunas consideraciones históricas, epistemológicas y didácticas para el abordaje de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio y polimodal. Ciencia & Educação, v.8, no1, p.55. 69, 2002.
- Einstein, Albert. Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento. Annalen der Physik. 1905.
- Fonseca Moreno, Diego Fernando. Análisis de sistemas no inerciales en la T.E.R..Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. 2007. Ochoa, Felipe.

Isaac Newton, una mirada al absolutismo. Revista Colombiana de Filosofía de la ciencia. Vol. 1. Número 2-3. Universidad del Bosque. pp.125-138. Bogotá. 2000.

- H. Minkowski. Space and time. German Natural Scientist Physicians, at Cologne, 21 September 1980.
- Orozco C., J, C,. .Newton: Humano. . . Demasiado humano., Revista Física y Cultura N_ 5, Universidad Pedagógica Nacional, Santafé de Bogotá. 1999.
- Pacheco Codina, Adolfo Manuel. Conceptos de espacio y tiempo en la física. Profesor asociado a la UPN. Digitalizado por Red Académica.
- Quintero Mateus, Chrystian Israel. Tratamiento del espacio de Minkowski a partir de la relación álgebra geometría. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. 2005.
- Rago A., Héctor. La ruptura imposible. Centro de Astrofísica Teórica. Universidad de Los Andes. Mérida. 1995.
- Rañada, Manuel F. David Hilbert, Hermann Minkowski, la Axiomatización de la Física y el Problema número seis. LA GACETA DE LA RSME, Vol.6.3, Pags. 641-664. 2003.
- Romero Medina, Olga Lucia. Algunos elementos epistemológicos para la enseñanza de la teoría especial de la relatividad. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. 1993.
- Sánchez Ron, José. El origen y desarrollo de la relatividad. Madrid: Alianza, 1983 - 1985.
- Unesco. El tiempo y las filosofías. Ediciones Sígueme. 1979. El concepto filosófico del tiempo.
- Voltaire. Elementos de la filosofía de Newton. Colombia: Universidad del Valle. 1996.

CONTENIDOS:

- **Introducción.**

Se presenta una panorámica de la problemática y justificación del trabajo, en donde se hace referencia a la importancia de estudiar conceptos, especialmente el espacio y el tiempo en la física desde un ámbito epistemológico que permita identificar rupturas en contextos históricos de una manera dinámica y enriquecedora a partir de una herramienta metodológica diseñada por el grupo de investigación en relatividad de la Universidad Pedagógica Nacional. También se expone a manera de contexto del trabajo el desarrollo en la multisignificación que han tenido los conceptos de estudio.

- **Capítulo I: Caracterización de Espacio y Tiempo en Newton.**

La gran obra de Newton en física y matemática se ve enriquecida por la influencias de cuestionamientos metafísicos poco aceptables por la comunidad científica de los siglos XVII y XVIII, pero que dan gran sentido epistemológico en la ruta de forjar bases en la física clásica y moderna. También es enriquecida por la formalización de algunos aspectos de representaciones geométricas, que contribuyen al entendimiento de las concepciones que poseía Newton acerca del espacio y el tiempo con ayuda de contraposiciones como la de los cartesianos y los leibnizianos.

- **Capítulo II: La Relatividad.**

Se recopilan aspectos importantes para el entendimiento de la simultaneidad y el papel que jugó dicho concepto dentro de la formulación de la teoría. La importancia de la simultaneidad permite independizar la geometría euclidiana y el movimiento, con respecto a los sistemas de referencia, en donde recae el concepto de tiempo como ente fundamental. También se evidencia un problema en la definición de observador con respecto a la medición, evidenciado en la contracción de la longitud y la dilatación del tiempo. Por último se enfatiza en la influencia que tuvieron el convencionalismo y el positivismo en la formulación de la teoría de la relatividad.

- **Capítulo III: El Espacio-tiempo de Minkowski.**

La influencia de los estudios de Poincaré y el análisis a la geometría, generan el rompimiento de los postulados de Euclides, permitiendo la existencia de geometrías curvas relacionadas a coeficientes de curvatura negativos, como lo es el caso de la geometría hiperbólica. Dicha geometría es la que retoma Minkowski, y que por medio de una solución meramente matemática destaca la explicación de la unificación del Espacio-tiempo por medio de su representación (los conos de luz); tal geometría permite evidenciar de una nueva forma el principio de causalidad, como una red que se explica a través de los conos de luz y el formalismo de la geometría diferencial.

METODOLOGÍA:

- Análisis de la ruptura epistemológica en los conceptos de espacio y tiempo que se llevara a cabo por medio de los dos ejes siguientes:
- 1. Epistemológica: realizando el estudio de la ruptura epistemológica y el cambio de paradigma que afectaron el contexto de descubrimiento y justificación.
- 2. Formal: recopilar y reconstruir desarrollos matemáticos de personajes y teorías influyentes en el desarrollo de la ruptura epistemológica.

CONCLUSIONES:

- Los conceptos de espacio y tiempo introducidos por Newton y aceptados sin discusión por mucho tiempo son conceptos absolutos. Esto quiere decir, que para la mecánica Newtoniana la medición del espacio y del tiempo es independiente de los sistemas de referencia inerciales, es decir, de los observadores inerciales.
- La ruptura epistemológica se lleva en el momento en que se establece que la simultaneidad no es necesariamente absoluta, sino que es relativa cuando las coordenadas espaciales son diferentes. Esta ruptura históricamente tiene lugar con la aparición de la monografía de Einstein, lo cual significa un cambio profundo en la explicación física de los fenómenos naturales.
- La geometría de Minkowski es un instrumento geométrico especialmente adaptado para la explicación geométrica de los fenómenos relativistas, de acuerdo con la hipótesis Einsteiniana de la relatividad de la simultaneidad.
- El Espacio-tiempo de Minkowski pone de manifiesto de una forma bastante intuitiva la unificación de las coordenadas Espacio-tiempo. Esta unificación fue puesta de manifiesto analíticamente por Einstein, pero la consideración geométrica al suponer que el tiempo es un eje en el mismo plano epistemológico que los ejes espaciales añade un elemento importante desde el punto de vista pedagógico.

AUTOR DEL RESUMEN ANALÍTICO.

- Mauricio Andrés Vargas Durango
Revisado por el director del trabajo de grado: Yesid Javier Cruz.
Bogotá, Octubre de 2009.