

RESUMEN ANALÍTICO

TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado.

ACCESO AL DOCUMENTO: Universidad Pedagógica Nacional.

TÍTULO DEL DOCUMENTO: Una Propuesta Didáctica Para Abordar La Evolución De Los Conceptos De Espacio y Tiempo En La Educación Media.

AUTORES: Daniel Andrés Medina Ochoa y Johan David Herrera Agudelo

ASESOR: Yesid Cruz

PUBLICACIÓN: Bogotá, 2011.

PALABRAS CLAVE: Absolutismo, Espacio, Tiempo, Sistema de referencia inercial, Propagación de la luz, Simultaneidad, Relatividad, Grupo de observadores, Geometría, Espacio-tiempo.

DESCRIPCIÓN:

El presente documento muestra el proceso por el cual se logró una propuesta didáctica que permitió una mejor comprensión de los concepto de espacio y tiempo, y su posterior unificación, enmarcada en el paradigma de la Teoría Especial de la Relatividad (en adelante TER) desarrollada por Einstein. Para este fin se realizó una contextualización histórica acerca de las diferentes teorías en relación con la propagación de la luz, que presentaron contradicciones a la hora de dar explicación a los resultados experimentales obtenidos por Bradley, Fizeau y Michelson-Morley, evidenciando de esta manera la crisis que presentó la física clásica.

Posteriormente se reproducen los planteamientos absolutistas de Newton sobre el espacio y el tiempo. Se muestra la transición entre estos y la concepción relativista. Se retoman los planteamientos de Einstein, para desarrollar la visión geométrica que propone Minkowski como una herramienta que permite abordar la TER. Por último, se presenta la interpretación de resultados de la implementación de la propuesta didáctica, resaltando la importancia de la enseñanza de la física moderna, en particular de la Relatividad, en la educación media.

FUENTES:

Las fuentes citadas a continuación son las más importantes.

- S. Orosco, Isaac Newton y la reconstrucción del palimpsesto divino, pág. 15, Editorial universidad de Antioquia, Antioquia, 2009.
- R. Serway, Física, pag 725, Editorial Pearson Education, México, 2001.
- French, Relatividad especial: Curso de física del M.I.T, pág. 44, Editorial Reverté, Barcelona, 2002.

- R. Resnick, Conceptos de relatividad y teoría cuántica. Editorial Limusa. México. 1976
- J. Granés, J. Cárdenas, Isaac Newton: obra y contexto: una introducción, pág. 156, Editorial pro-Offset, Bogotá, 2005.
- Einstein, *Ann Physik*, 17, 891 (1905); traducido por W. Perret y G. Jeffery, en the principle of Relativity, Dover, New York. 1923.
- A. Sazanov, el universo tetradimensional de Minkowski, pág. 14, Editorial Mir Moscú, 1990.
- M. Friedman, Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo. Física Relativista y Filosofía de la Ciencia, Editorial Alianza, Madrid, 1991.

CONTENIDOS:

El grupo de experimentos descritos en el primer capítulo¹, sin duda embargaron de frustración a los científicos del siglo XIX. Las teorías corpuscular y ondulatoria eran los únicos modelos definidos, a través de los cuales se describía la naturaleza de la luz y su propagación; pero, desde el surgimiento de ambos modelos hasta finales del siglo XIX, resultaron ser modelos exclusivos; era lógico que aceptar uno implicaba rechazar el otro, este hecho, además de las evidentes contradicciones teóricas alrededor de la idea de éter como espacio absoluto generaron una crisis en la física clásica.

La física clásica está estructurada sobre las concepciones absolutistas del espacio y tiempo establecidas por Newton. La crisis a la que se enfrentó, al tratar de explicar la constancia de la velocidad de la luz para diferentes sistemas inerciales, fue superada por la re significación de estos conceptos. Einstein propuso dos postulados a través de los cuales se establece la relatividad especial y con esta, una definición operacional de los conceptos de espacio tiempo que nos permite re significarlos; rompiendo los absolutismos y dándoles un carácter relativo.

Posteriormente se realiza una breve contextualización sobre el planteamiento geométrico desarrollado por H. Minkowski; se presenta la construcción de los diagramas espacio-tiempo a través de graficas del movimiento de un punto material para diferentes sistemas de referencia inerciales, una vez realizado lo anterior, mediante eventos (un evento consiste en que pase o exista algo), se desarrolla el concepto de intervalo al cuadrado así como su invariancia, por último, se reconoce que los diagramas espacio-tiempo son una herramienta simple que permite la caracterización del orden causal al que está sometido nuestro universo.

Finalmente se plantea una propuesta didáctica acerca de la evolución y re significación de los conceptos de espacio y tiempo de la física clásica a la relatividad especial, cuyo proceso de creación fue guiado por la recolección bibliográfica e investigación acción pedagógica. Se utilizaron principios de la enseñanza expositiva como enfoque de enseñanza en el desarrollo de la implementación. Por último, se realiza una interpretación de los resultados de la implementación.

¹ El experimento de Bradley, el experimento de Fizeau y el interferómetro de Michelson-Morley

METODOLOGÍA: RECOLECCIÓN BIBLIOGRÁFICA E INVESTIGACIÓN ACCIÓN PEDAGÓGICA.

Se usa esta metodología, en la medida en que se pretende hacer una reflexión en torno a la concepción de espacio y tiempo de la física clásica y su re significación en la TER. Que permita el desarrollo de estrategias, que posibiliten su enseñanza-aprendizaje. Esta metodología sustenta como eje central las siguientes fases:

- La reflexión sobre un área problemática.
- La planeación y la ejecución de acciones alternativas para mejorar la situación problemática.
- La evaluación de resultados.

De forma general se plantean una serie de actividades, en forma de programa-guía, a través de las cuales, se espera; generar interés en los estudiantes, tratando que las actividades planteadas superen el típico proceso de enseñanza-aprendizaje por asimilación y posterior memorización de conceptos. Por el contrario, se busca que el alumno participe activamente de las actividades y que estas generen discusión. No sobra mencionar que las actividades están dirigidas a potenciar habilidades de aprendizaje, como lo son: la interpretación, comparación, argumentación e identificación, entre otras. Al final de cada actividad se plantean una serie de preguntas cuya principal finalidad será permitirnos analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y así la efectividad de la propuesta didáctica.

CONCLUSIONES:

El problema de la relatividad del movimiento, en los siglos XVII y XVIII logró romper los absolutismos de los conceptos de espacio y tiempo, debido a que los experimentos no encajaban dentro de la teoría clásica ya que los observadores se encuentran en movimiento. Como solución, surge la relatividad, la cual se encarga de re significar conceptos, como los de espacio y tiempo, que son influyentes a la hora de estudiar el movimiento en cuanto permiten entender la dinámica de la luz, dejando a un lado la experiencia sensible y dándole paso a los experimentos mentales, Einstein le atribuye un carácter operacional a los conceptos de espacio y tiempo, es decir, la idea es establecer el significado de estos conceptos básicos, de modo que sirvan como instrucciones para hacer medidas. Persiguiendo esta idea hasta sus últimas consecuencias, Einstein consiguió remover los cimientos de la física newtoniana.

El surgimiento de geometrías no euclidianas, rompe con los paradigmas clásicos acerca del espacio y el tiempo. Los estudios más influyentes para este análisis son los realizados por Poincaré y Lobachevski, quienes dan razón de las curvaturas y ponen a la geometría euclidiana como caso particular de las suyas. La síntesis de estos estudios la realizó Gauss con su teoría de superficies, en donde permite a Minkowski recopilar todo para formular su representación espacio-temporal que sirve como fundamento a la teoría de la relatividad.

A través del trabajo desarrollado en el aula mediante la unidad didáctica, es importante resaltar que desde un desarrollo conceptual, dejando de lado el aparato matemático, se hace plausible, la enseñanza de la evolución de los conceptos de espacio y tiempo. Así como la de diversos experimentos importantes y discrepantes que ponen en

evidente crisis la física clásica, mostrando sus limitaciones y posibilitando el desarrollo de la relatividad y la re significación del espacio-tiempo.

UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA ABORDAR LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE ESPACIO Y TIEMPO EN LA EDUCACIÓN MEDIA.

INTRODUCCIÓN

Los desarrollos tecnológicos actuales, tienen sus bases en los avances científicos del último siglo, en especial los avances de la Física, es por eso que se hace importante, el desarrollo de temáticas concernientes a la física moderna, con el fin de contextualizar la relevancia de la ciencia, en el mundo que rodea al estudiante y forma parte de su vida cotidiana.

En este trabajo se pretende desarrollar una propuesta didáctica, que posibilite la enseñanza-aprendizaje del concepto de espacio-tiempo de la TER. Se propone poner en contexto histórico al estudiante alrededor de la evolución de este concepto y recuperar en la medida de lo posible el planteamiento geométrico de Minkowski.

JUSTIFICACIÓN:

Existen diversas razones por las cuales se debe enseñar la relatividad en la educación media, entre las cuales se resaltan las siguientes:

- La influencia que ha tenido la física moderna en el pensamiento y la cultura de su tiempo.
- La física relativista presenta situaciones que despiertan el interés y la curiosidad de los alumnos, como son los casos de la contracción de longitudes, dilatación temporal, paradoja de los gemelos, entre otros fenómenos, que tienen sus bases en las apreciaciones sobre el espacio y el tiempo.
- La enseñanza de la física moderna mejora la comprensión de la física clásica. En la enseñanza de las teorías modernas de la física se deberían mostrar los límites de validez de la física clásica con el fin de examinar críticamente las interpretaciones de los conceptos básicos que subyacen a la teoría.
- La relatividad facilita la comprensión de los conceptos de espacio y tiempo, ya que existe una posibilidad de reexaminar críticamente conceptos básicos introducidos en etapas escolares más tempranas.

PROBLEMÁTICA:

- De la creencia generalizada que la relatividad especial está estructurada en una matemática compleja y difícil de manejar. Surge la necesidad de elaborar una propuesta didáctica que nos permita construir el concepto de espacio-tiempo de la TER, sin recurrir en la medida de lo posible, al andamiaje matemático.
- El enfoque fenomenológico y empirista de los estándares básicos para educación básica-media, (Que da prioridad a la experiencia sensorial) resta importancia a los experimentos mentales, necesarios en la enseñanza de la TER, puesto que, estos se encuentran como base en la construcción de la teoría. Así pues, existe la necesidad de generar herramientas que contribuyan a los experimentos mentales, que hagan

plausible la nueva teoría y corroboren la eficiencia de la misma, ya que esta contradice el sentido común.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cómo llevar el concepto de espacio-tiempo de la TER, a la educación media, a través de una propuesta didáctica que faciliten su enseñanza-aprendizaje?

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar e implementar una propuesta didáctica, que posibiliten la enseñanza-aprendizaje del concepto espacio-tiempo de la TER, en la educación media (grado 11).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Recolección bibliográfica y análisis de la concepción clásica de espacio-tiempo y su re significación en la TER.
- Elaborar una prueba diagnóstico para indagar las nociones que tienen los estudiantes acerca del concepto de espacio-tiempo.
- Elaborar la propuesta didáctica que faciliten la enseñanza-aprendizaje del concepto de espacio tiempo de la TER.
- Implementar el material didáctico (en grado 11).
- Analizar los resultados de la implementación.

ANTECEDENTES:

Existe una propuesta interactiva diseñada por Derly Ospina² que se basa en el diseño de un software educativo, en el que se incluyen animaciones, que simulan de manera básica algunos fenómenos como la contracción de la longitud, la dilatación del tiempo, entre otros. Sin recurrir a la explicación profunda de los fenómenos ni a una contextualización histórica alrededor de los conceptos. A nuestro parecer, funcionaría como introducción a la enseñanza de la TER, despertando posiblemente interés en estos fenómenos.

² Derly Liliana Ospina Gonzales. DISEÑO DE UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA TEORIA DE LA RELATIVIDAD PARA ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá 2004