



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOF 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ELABORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS EN CINEMÁTICA EN LA UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR SECCIONAL AGUACHICA

Luis Hernán Quintero Quintero

Universidad Popular del Cesar
Aguachica, Colombia

Resumen

En la práctica docente actual se aplican diversas estrategias para el aprendizaje de la Cinemática, no obstante, revisiones de trabajos de aula, han detectado que un alto porcentaje del estudiantado presenta confusiones conceptuales y deficiencias en la construcción e interpretación de gráficas.

Surge entonces, en el Semillero de Física y Matemática GANEI, adscrito al Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación GIDEATIC del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica, una estrategia didáctica cuya finalidad es lograr mediante la construcción e interpretación de gráficas, que los estudiantes se apropien significativamente de cada concepto de la Cinemática aplicando un “*manual*” de experiencias de campo, diseñado para orientar el tratamiento de la información obtenida mediante la recolección y organización de datos.

Los recursos materiales necesarios para desarrollar las guías son: cinta métrica, estacas de madera o conos reflectivos, regla acanalada, cuerdas, cronómetro, lanza proyectil y esferas metálicas. El contenido temático del manual consta de un conjunto de guías flexibles y graduales en complejidad, diseñadas para el trabajo de campo y adaptables para desarrollarse en el laboratorio, apoyándose en un plan de acción que incluye los siguientes componentes: Actividad Motivacional, Informativa, Explorativa, Dirigida, Autónoma, de Proyección, de Desafío y Actividad Confirmativa.

Varios talleres evaluativos se adjuntan a cada guía; a través de ellos se pretende verificar la eficiencia de la estrategia propuesta aplicando pruebas tipo: selección múltiple, llenado sistemático de cuadros, pistas, gráficas “*semi-mudas*”, identificación de errores, emparejamiento y traslaciones en el plano.

Palabras clave: cinemática; estrategia didáctica; interpretación de gráficas

Abstract

In the current teaching practice, some strategies are applied for kinematics learning, however in revision of classroom works, it was detected that a big percentage of students presents conceptual confusions and deficiencies in the construction and interpretation of graphs.

It arises then, in the seedbed of Physics and Mathematics GANEI, appointed to the research group in technologies of information and communication GIDEAT, Systems Engineering Program of the Popular University of Cesar, Seccional Aguachica, a teaching strategy which aim is to achieve by means

of construction and interpretation of graphs, students significantly appropriate themselves of each concept of Kinematics, applying a “*handbook*” with field experiences, designed to guide the processing of the information obtained by collecting and organizing of data.

Material resources require to develop the guides are: metric tape, wooden stakes or reflective cones, ribbed rule, ropes, stopwatch, missile launches and metallic spheres.

The thematic content of the manual consist of a set of flexible an incremental complexity guides, designed for the work field and adaptable for laboratory activities; though a plan of action that includes the following components: motivational, informative, explorative, guided, autonomous, of projection, of challenge, and confirmatory activity.

Several evaluative workshops are attached to each guide, through them is to check the efficiency of the proposed strategy applying type tests: multiple choice, systematic fill frames, clues “semi silent”, graphs, error identification, matching and translations in the plane.

Keywords: kinematics; teaching strategies; interpretation of graphs

1. Introducción

En las últimas décadas, investigadores de diferentes países vienen adelantando trabajos de alto nivel sobre las dificultades de los estudiantes en la interpretación de gráficas en Física, particularmente en la Cinemática, rama de la mecánica clásica que describe las características del movimiento, independiente de las causas que lo producen y las características del móvil.

Al respecto, Beichner (1994), manifiesta que “la interpretación de las gráficas, posición- tiempo ($x-t$), velocidad-tiempo ($v-t$), no son tan evidente como pudiera parecer”; señala el científico que “los estudiantes de secundaria tienen problemas para identificar la diferencia entre posición, velocidad y aceleración de un cuerpo en movimiento”¹; situación que no es ajena a los estudiantes de Física I del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica.

2. Fundamentos Teóricos

Las dificultades que presentan los estudiantes en la construcción e interpretación de gráficas en Física han venido estudiándose por diferentes investigadores, entre ellos: José Joaquín García García (2005), de la Universidad de Granada (España); Alicia Luna Martínez (2004), de la Universidad Autónoma de Nuevo León (México); Robert Beichner (1994), de la Universidad del Estado del Norte de Carolina (USA) y Yaneth Diosa Ochoa (2012), de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín).

Lilian C McDermott², investigadora del Departamento de Física de la Universidad de Washington, afirma que: “Los resultados de investigaciones sobre la comprensión de la física por los alumnos indican que ciertas ideas erróneas sobre el mundo de la física son comunes a los alumnos de diferentes nacionalidades, originarios de medios socioculturales diferentes y de niveles de enseñanza y de edades diversas. Existen pruebas importantes sobre el hecho que los estudiantes de la universidad tienen frecuentemente las mismas dificultades conceptuales y de razonamiento que los ampliamente compartidos por los alumnos más jóvenes. Frecuentemente hay pocos cambios dentro de la comprensión conceptual antes y después de una enseñanza formal. Es más, los alumnos son frecuentemente incapaces de aplicar los conceptos que ellos han estudiado para las tareas de resolución de problemas cuantitativos que constituyen habitualmente la medida del éxito de los alumnos en un curso de física”

Por otro lado, la Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, en el artículo *Lectura e interpretación de gráficas socialmente compartidas*, resalta que: “La construcción de Gráficas de líneas y la interpretación son muy importantes, ya que forman parte integral de la experimentación, el corazón de la ciencia.” (p. 572). Un gráfico que representa a un evento físico permite vislumbrar las tendencias que no pueden ser fácilmente reconocidas en una tabla de datos”

¹ Texto tomado del artículo Cinemática. <http://es.scribd.com/doc/100917344/Cinematic-A>

² Texto que pertenece al documento “Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica”, del cual no se encontró fecha de publicación.

3. Metodología

El diseño de la *estrategia didáctica para la elaboración e interpretación de gráficas en Cinemática*, nace de una investigación teórica-empírica por parte del docente investigador, quien en una actitud de constante observación, indagación y reflexión de la problemática pedagógica, busca responder: ¿cómo lograr que los estudiantes de Física I construyan e interpreten de forma correcta las gráficas en Cinemática?

Teniendo en cuenta la Lección 8: Investigación Teórica, Investigación Empírica, Investigación Documental (2012) según la cual: “no es posible experimentar en campo si antes no se ha documentado lo suficiente, es decir, si a partir de la consulta bibliográfica no se ha establecido el estado del arte del problema a investigar” y que además Dale (citado por Coronel, 2013) manifiesta: “. . . uno de los motivos por los cuales la educación fracasa es la metodología que se utiliza. . .”; se procedió a diseñar un conjunto de guías flexibles y graduales en complejidad para el trabajo de campo, que pueden adaptarse a las actividades de laboratorio, procurando que el estudiante adquiera de forma significativa el aprendizaje de los conceptos cinemáticos, convirtiéndose así en el protagonista de su formación.

La estructura de estas guías se desarrolló teniendo en cuenta textos como: *Manual de laboratorio de Física* de Paul Robinson (1998), *Prácticas de Física conceptual* de Paul G Hewitt (2004) y *Actividades de apoyo para la enseñanza y la evaluación de Física I* de Emma Jiménez Cisneros (2004), además se aplicaron los siguientes instrumentos de recolección de información:

Entrevistas a docentes de Física de secundaria y universitarios en la región sur del Cesar, respecto al grado de importancia que le otorgan al tratamiento de las gráficas, específicamente en la Cinemática.

Encuesta a estudiantes y egresados de los programas de ingenierías y tecnológica de la Universidad para determinar su opinión sobre los aspectos “menos comprensibles” de la Cinemática.

Revisión bibliográfica en textos escritos y en la web, sobre diferentes investigaciones relativas a las dificultades de los estudiantes sobre la interpretación de gráficas.

4. Fundamentos Pedagógicos y Resultados

La experiencia demuestra que el ser humano tiende a aprender lo que le llama la atención y a rechazar lo que no le interesa, por consiguiente, si los estudiantes son motivados para que vivencien contextos reales de la física, pueden superar las dificultades en la construcción e interpretación de gráficas y apropiarse de manera más “amigable” de los conceptos.

La presente propuesta didáctica, se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel, incentivando el trabajo de campo como alternativa en la realización de experiencias en Cinemática, empleando para el desarrollo de los procesos, recursos materiales económicos y sencillos.

Si se tiene en cuenta los diversos enfoques pedagógicos de la Escuela Nueva, desde Ferriere, Vygotsky y Ausubel entre otros connotados investigadores de la pedagogía moderna, se concluye que el acto educativo debe ser orientado por cada docente en su respectiva asignatura, pero que en últimas, es el estudiante el único responsable de su aprendizaje, por consiguiente, en búsqueda de un ambiente que evite la rutina escolar, se consideró para estimular el trabajo combinado aula / campo, la inclusión las siguientes acciones:

Actividad Informativa: Se aplican estrategias pre-instruccionales; exposición de conceptos, desarrollo ejemplos y confrontación de opiniones; se sugiere ampliación de información en textos y la web.

Actividad Controlada: Comprende estrategias co-instruccionales, se realiza el trabajo por equipos, durante, se revisan los diferentes procedimientos, cuestionamientos y planteamientos de los equipos.

Actividad Dirigida: Mediante estrategias pos-instruccionales, los estudiantes trabajan en casa y clase solucionando los talleres propuestos en la guía.

Actividad Autónoma: El estudiante desarrolla extra clase, de manera individual o grupal, ejercicios de textos y páginas web. Debe proponer y resolver situaciones vivenciales de la Cinemática.

En procura de abarcar los temas fundamentales de la Cinemática, se diseñaron 20 guías. A continuación se describe brevemente, la temática contenida en cada una de ellas:

GUÍA 1. SUMA DE VECTORES: Se aplican los métodos gráficos del paralelogramo y del polígono en la solución de situaciones reales planteadas.

GUÍA 2. VECTOR DE POSICIÓN: Dados varios puntos en la recta, se identifica la posición de uno varios cuerpos en reposo o movimiento con respecto al origen de coordenadas.

GUÍA 3. DESPLAZAMIENTO - DISTANCIA RECORRIDA: Identificación de la posición inicial y final de un móvil. Se establecen semejanzas y diferencias existentes entre desplazamiento y distancia recorrida.

GUÍA 4. GRÁFICA POSICIÓN - TIEMPO ($x-t$): Planteamiento de situaciones vivenciales que conlleven a la construcción e interpretación de este tipo de gráficas y la relación entre las variables que intervienen en ella.

GUÍA 5. VELOCIDAD MEDIA - RAPIDEZ MEDIA: Se proponen situaciones prácticas dirigidas a la construcción e interpretación de este tipo de gráficas para diferenciar la velocidad media y rapidez media de un móvil.

GUÍA 6. GRÁFICA VELOCIDAD-TIEMPO ($v-t$): Se plantean situaciones vivenciales que permitan a la construcción e interpretación de este tipo de gráfica. Identificación de velocidad positiva y velocidad negativa.

GUÍA 7. VELOCIDAD-INSTANTÁNEA: Teniendo en cuenta su definición, se ilustran situaciones reales que conduzcan a la construcción del concepto.

GUÍA 8. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU): La producción de este movimiento no es sencilla; con perseverancia puede lograrse una buena aproximación para establecer relaciones entre las variables que intervienen y su respectiva gráfica.

GUÍA 9. ENCUENTRO DE MÓVILES CON MRU - Caso I: Se considera la situación en que los móviles viajan simultáneamente o desfasados, por una trayectoria recta en sentido contrario

GUÍA 10. ENCUENTRO DE MÓVILES CON MRU - Caso II: Se considera la situación en que los móviles viajan simultáneamente o desfasados, por una trayectoria recta en el mismo sentido, cuando se encuentran y cuando no lo hacen.

GUÍA 11. GRAFICA ACELERACIÓN - TIEMPO ($a-t$): Se reproducen situaciones en las que pueda identificarse la aceleración como el cambio constante de velocidad de un móvil, sea ésta creciente o decreciente, cambio que debe reflejarse en la estructura de la gráfica construida.

GUÍA 12. ENCUENTRO DE MÓVILES CON VELOCIDAD VARIABLE: Representación de situaciones de encuentro de cuerpos con movimiento rectilíneo uniforme y el movimiento rectilíneo uniformemente variado y también cuando ambos móviles están uniformemente acelerados.

GUÍA 13. CAIDA LIBRE: Cálculo aproximado de la magnitud de aceleración de la gravedad "g". Estimación del signo de la dirección de la misma. Comparación con el signo de la velocidad. Diferenciación entre posición y distancia recorrida

GUÍA 14. LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ARRIBA: Consideraciones de las semejanzas y diferencias en las características del movimiento de ascenso y descenso lineal de un cuerpo.

GUÍA 15. MOVIMIENTO EN EL PLANO CON VELOCIDAD CONSTANTE: Se aplican dos velocidades aproximadamente constantes sobre un mismo cuerpo, puede encontrarse una velocidad resultante a partir de las condiciones iniciales dadas.

GUÍA 16. LANZAMIENTO VERTICAL HACIA ARRIBA: No se tiene en cuenta la fricción con el aire. En este movimiento es posible visualizar que un cuerpo puede tener velocidad cero pero estar acelerado.

GUÍA 17. MOVIMIENTO PARABÓLICO: Puede obtenerse una expresión para la velocidad inicial del movimiento $v = \frac{gt_v}{2\text{sen}\theta}$. Conociendo la velocidad inicial con que puede dispararse un proyectil y determinando experimentalmente otras variables, pueden construirse las gráficas del movimiento.

GUÍA 18. BUSCANDO LA GRAVEDAD CON EL MOVIMIENTO PARABÓLICO: Mediante la manipulación de las ecuaciones de este movimiento, puede llegarse a: $g = \frac{2x}{t_v^2} \tan\theta$, una expresión independiente de la velocidad para buscar la aceleración de la gravedad.

GUÍA 19. MOVIMIENTO CIRCULAR – MCU: Relación entre velocidad tangencial y velocidad angular; interpretación de la aceleración centrípeta como consecuencia del cambio de dirección de la velocidad tangencial.

GUÍA 20. ENCUENTRO DE MOVILES CON MCU: Planteamiento de situaciones reales, estudio de las relaciones entre las variables que intervienen en el movimiento.

5. Conclusiones y Recomendaciones

En Cinemática, no se debe abordar el estudio de las gráficas como si su comprensión fuera inmediata, es conveniente dedicar el tiempo justo en el planteamiento de nuevos interrogantes para evitar interpretaciones confusas que persisten en las explicaciones del sentido común debido a un bajo empoderamiento conceptual.

La anterior estrategia didáctica formada por un conjunto de guías y talleres es flexible, no representan una tendencia conductista, pues los estudiantes tienen la opción de adecuar condiciones en las variables estudiadas como también algunos procedimientos y cuestionamientos preestablecidos, en la búsqueda, construcción y socialización del conocimiento.

La aplicación metodológica de la estrategia didáctica hará parte de una nueva investigación que medirá los alcances cognitivos y eficiencia pedagógica de la misma. Se realizará con los estudiantes de la asignatura Física I del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica, del cual se seleccionaran dos grupos independientes; en uno de ellos se aplica la propuesta y en el otro, se mantendrán clases y estrategias tradicionales, caso este que puede ser tenido en cuenta en el nivel secundario.

6. Referencias

Artículos de revistas

- Coronel, C. J. (2013). Aplicación de un prototipo de dominó para la enseñanza y aprendizaje de las identidades trigonométricas en la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, Foro Mundial de Educación en Ingeniería, WEEF 2013. N° 1. ISSN 2346-2191, pp 219.
- Ithandehuil, C. (2007). Lectura e interpretación de gráficas socialmente compartidas.
- Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa versión impresa ISSN 1665-2436 Relime v.10 n.1 México.

Libros

- Hewitt, P. (2004). Física conceptual, PEARSON EDUCACIÓN, Novena Edición. México, pp.1, 5, 6, 13-16.
- Cisneros, J. (2004). Actividades de apoyo para la enseñanza y la evaluación de Física I. Editorial LIMUSA, México, pp. 27,28, 37-41.
- Robinson, P. (1998). Manual de laboratorio de Física. PEARSON EDUCACIÓN. México, pp.1-28.

Fuentes electrónicas

- Diosa, Y. (2012). Enseñanza-aprendizaje de la Cinemática lineal en su representación gráfica bajo un enfoque constructivista. Consultado el 5 de enero de 2012 en <http://www.bdigital.unal.edu.co/7540/1/43535049.2012.pdf>

- García, J. (2005). La comprensión de las representaciones gráficas cartesianas presentes en los libros de texto de ciencias experimentales, memoria de tesis doctoral. Consultado el 18 de febrero de 2012 en <http://hera.ugr.es/tesisugr/15518620.pdf>
- Luna, Alicia. (2004). Habilidades para la elaboración e interpretación de gráficas en Cinemática, tesis de maestría en la enseñanza de la ciencias con especialidad en física. Consultado el 20 de mayo de 2012 en <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020149434.pdf>
- McDermott, L. Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica. Department of physics, University of Washington, Seattle, Washington, USA. Consultado el 20 de diciembre de 2012 en http://icar.univ-lyon2.fr/Equipe2/coast/ressources/ICPE/espagnol/PartC/ICPE_c1_concepciones.htm
- Lección 8: Investigación Teórica, Investigación Empírica, Investigación Documental. Consultado el 10 de marzo de 2012 en http://datateca.unad.edu.co/contenidos/100104/100104_EXE/leccin_8_investigacin_terica_investigacin_empirica_investigacin_documental.html
- CINEMÁTICA. Consultado el 15 de diciembre de 2012 en <http://es.scribd.com/doc/100917344/Cinematic-A>

Sobre el autor

- **Luis Hernán Quintero Quintero.** Licenciado en Matemáticas y Física Universidad Popular del Cesar, Especialista en Educación Matemática y Práctica Docente Universitaria, Universidad de Pamplona y Francisco de Paula Santander, profesor de Física Universidad Popular del Cesar, Aguachica. luishq@hotmail.com.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)