

# Determinación de la Ganancia en el Aprendizaje de La Cinemática Lineal Mediante el uso de Métodos Gráficos con Estudiantes de Ingeniería en la Universidad de Caldas

Determination of the improvement of Learning in Linear Kinematic by using Graphics Methods with Engineeringcareers Students at the University of Caldas

Determinação do ganho na aprendizagem de Cinemática Linear usando Métodos Gráficos com estudantes da carreira de Engenharia na Universidade de Caldas

Jorge Abel Castañeda Salazar<sup>1</sup>, Luis Hernando Carmona Ramírez<sup>2</sup>, Fernando Mesa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Física, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.*

*Jorge.castaneda\_s@ucaldas.edu.co*

<sup>2</sup>*Departamento de Matemáticas, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia).*

*Luiskar192@gmail.com*

<sup>3</sup>*Departamento de Matemáticas, Universidad de la Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.*

*femesa@utp.edu.co*

**Resumen**— Es importante instar al docente a replantear su manera de orientar las asignaturas, específicamente la física y, dentro de ésta, el concepto de cinemática; para ello, existen herramientas que aportan en el proceso enseñanza-aprendizaje, para lograr que los conceptos que muchas veces parecen abstractos se vuelvan concretos y hacer que las temáticas sean de fácil comprensión para los estudiantes.

Esta investigación se llevó a cabo en la Universidad de Caldas y tuvo como objetivo diseñar una metodología para la enseñanza de la cinemática lineal, apoyadas en elementos de geometría. Se parte del diseño y aplicación de un instrumento para identificar las ideas previas y los obstáculos epistemológicos que presentan los estudiantes en los temas de cinemática, se diseñó y aplicó el método gráfico y se evaluaron las actividades que determinaron la ganancia en el aprendizaje de los estudiantes de las carreras de Ingeniería de Alimentos e Ingeniería en Sistemas, calculando el factor de Hake.

**Palabras clave**— Cinemática lineal, enseñanza, aprendizaje, Geometría, factor de Hake.

**Abstract**— It is quite important to urge teachers to rethink their way of orienting the subjects, specifically physics and, within this, the concept of Kinematics; to do this, there are tools that bring in the teaching and learning process, to achieve that often seem abstract concepts become concrete, and make topics easy to understand for students.

This research was carried out at the University of Caldas and aimed to design a methodology for teaching Linear Kinematics, supported by elements of geometry. Starting from the design and application of an instrument to identify previous ideas and epistemological difficulties that students have when studying Kinematics, the graphic method was designed and applied, so then the activities which determined the gain in the learning of the students of Nourishment Engineering and Systems Engineering were evaluated through the calculation of the Hake Factor.

**Key Word** — Teaching, learning, geometry, Linear Kinematics, Hake Factor.

## I. INTRODUCCIÓN

En su mayoría los estudiantes a nivel de educación superior relacionan la física con una gran cantidad de fórmulas, que se deben aplicar para resolver problemas en particular. Esta idea distorsionada genera un paradigma y es creer que el aprendizaje de la física es solo para una pequeña élite de personas con condiciones especiales, ahora existen ciertas concepciones personales incorrectas que hacen parte de los esquemas mentales de los estudiantes, y en ocasiones la intuición es la que predomina, una inmensa variedad de

estudiantes universitarios tienen algunos preconceptos o concepciones alternativas, que presentan dificultades de razonamiento antes y después de la instrucción formal, la mayor dificultad se presenta en la resolución de problemas McDermott, (1998).

Para el aprendizaje de la física se relacionan muchas variables entre las que se encuentran: la enseñanza recibida, la metodología impartida, el docente, el texto guía, el tipo de evaluación entre otras, sin embargo en todo este proceso se da frecuentemente una importancia exagerada a las fórmulas, como punto de partida y no como un producto obtenido de los modelos mentales, por este motivo una forma de poder romper este paradigma y mostrar que la física no es simplemente un cúmulo de fórmulas y que un método para desarrollar las competencias necesarias para un buen desempeño en los cursos de física universitaria es la comprensión de gráficas Leonard, (2000).

Este trabajo de investigación se enfatizó en el diseño y construcción de un método gráfico que corresponde a un modelo didáctico, en donde el estudiante sin aplicar fórmulas puede resolver problemas de física en el área de cinemática, particularmente en el movimiento unidimensional, y se fundamenta en la concepción de que el aprendizaje individual de la física se basa en la parte conceptual, lo demás surge por relación de variables que se encuentran en la cotidianidad, autores como Canderle, (1999) consideran que vale la pena invertir tiempo en la enseñanza de interpretación de gráficas en cinemática, debido a que facilitaría la relación con otros conceptos en cursos posteriores en estudiantes de ciencia e ingeniería.

Una de las causas que genera dificultad en el momento de resolver un ejercicio se da en la comprensión del problema, es por esto que la claridad en el concepto se convierte en el eje fundamental para que por medio de una gráfica se indique al educando su significado desde el punto de vista de la cinemática, pues con estos se constituyen esquemas conceptuales coherentes con amplio poder explicativo Peduzzi, Zylbersztajn y Moreira, (1992), ahora para que un estudiante esté en condiciones de utilizar gráficas en cinemática como una herramienta de aprendizaje debe tener conocimientos previos básicos en tabulación, interpretación de gráficas y cálculo de áreas básicas.

## II. METODOLOGÍA

### Tipo de investigación

Este trabajo de investigación se enmarca dentro de un modelo de investigación mixta, con grupos experimentales y grupos de control.

dentro de su desarrollo recogió elementos cualitativos y cuantitativos, por este motivo  
Definición de la población

La Universidad de Caldas es una institución estatal de educación superior, ubicada en Manizales, que oferta los programas de Ingeniería de Alimentos e Ingeniería en Sistemas y Computación, y que dentro de su política institucional definió cupos máximos de 45 estudiantes para los cursos de materias como física, en esta investigación se trabajó con dos grupos en el primer semestre del año 2013 y dos grupos en el año 2014, en total se trabajó con 61 mujeres de ingeniería en alimentos y 10 mujeres en ingeniería en computación, el número de hombres fue de 25 en ingeniería de alimentos y 67 en ingeniería de sistemas. Para el primer semestre del año 2013 se tomó como grupo experimental el de ingeniería de alimentos y el grupo de control fue el de ingeniería en sistemas, para el segundo periodo del año 2013 se tomó como grupo experimental el de ingeniería de sistemas y el grupo de control fue el de ingeniería en alimentos.

Para el grupo experimental se inició con una prueba denominada TUG-K, siglas en inglés de “test of understanding graphs in kinematics” o test de comprensión de gráficas en cinemática, desarrollado en el departamento de física de North Carolina State University (NC), Beichner (1993). Posterior a esto se desarrolló la parte teórica, usando solo la metodología planteada en este trabajo. En la última fase se realizaron los análisis de los resultados experimentales, y tuvieron como objetivo evaluar el aprendizaje adquirido, teniendo en cuenta la prueba del pretest y la del postest, las pruebas se aplicaron en el grupo experimental y en el grupo control Díaz (2000) y se evalúa la ganancia con la metodología propuesta por Hake (2000)

Como herramienta para facilitar la comprensión del cálculo de áreas se utilizó el software GeoGebra con los grupos del año 2014, trabajando con la misma metodología del 2013.

## III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Análisis del pretest

El análisis de los datos obtenidos en este trabajo se realizó por cada estudiante mediante una tabla de datos en Excel que presenta el número de respuestas correctas, posteriormente se agrupan las respuestas por las categorías de movimiento rectilíneo uniforme, movimiento uniformemente acelerado y movimiento en caída libre, y de estas se analizan tanto estadística como gráficamente los porcentajes de aciertos y desaciertos de los estudiantes para dichas categorías, identificando también algunos obstáculos de aprendizaje que presentan los estudiantes.

### Análisis del Postest

Los datos obtenidos en el cuestionario 2 se organizaron en una tabla de Excel, para contabilizar la cantidad de

respuestas correctas. Comparando cada estudiante con las respuestas del pretest, además se analizó para todo el grupo, el porcentaje de aciertos para el cuestionario 1 y para el cuestionario 2, se analizaron y se halla la ganancia de aprendizaje total usando el índice de Hake. El índice de Hake se obtiene según la fórmula:

$$g = \frac{\text{postest}(\%) - \text{pretest}(\%)}{100 - \text{pretest}(\%)}$$

Esta ganancia se establece según los siguientes rangos:

- Baja ( $g \leq 0,3$ )
- Media ( $0,3 < g \leq 0,7$ )
- Alta ( $g > 0,7$ )

Para el primer grupo experimental de ingeniería en alimentos el total de estudiantes fue de 23, La figura 1. Muestra las preguntas correctas contestadas por los estudiantes antes y después. El cálculo del factor de Hake se muestra en la Tabla 1. Y fue de 0,301 lo que indica una ganancia en el aprendizaje media. El grupo control de ingeniería en sistemas y computación fue de 21 estudiantes, la ganancia de aprendizaje en este grupo según el factor de Hake fue de 0,221 que es bajo.

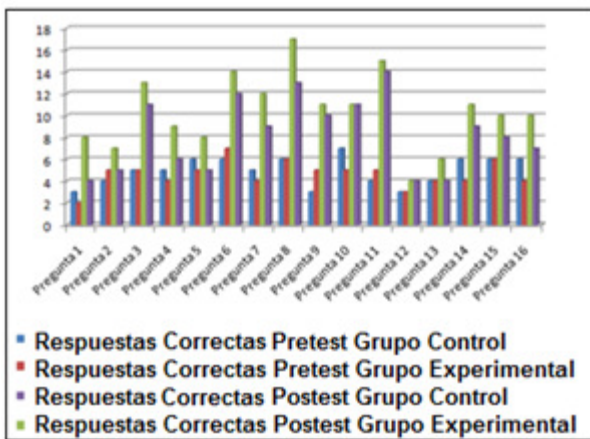


Figura 1. Número de respuestas correctas resueltas por los grupos experimentales y de control 2013-1.

Para los grupos del segundo semestre del año 2013 Figura 2. El experimental fue el de ingeniería de sistemas denominado grupo 3 con 21 estudiantes y que obtuvo un índice de Hake de 0,307 y el de control fue el de ingeniería de alimentos grupo 4 con 19 estudiantes que tuvo un índice de Hake de 0,239.

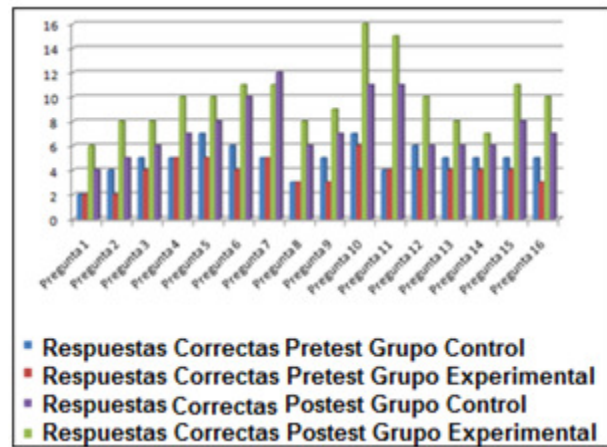


Figura 2. Número de respuestas correctas resueltas por los grupos experimentales y de control 2013-2.

Para el primer semestre del año 2014 el grupo experimental fue el de ingeniería de alimentos designado como grupo 7 con un total de 26 estudiantes, que obtuvo un índice de Hake de 0,336, el grupo 8 de ingeniería de alimentos fue el de control que tuvo un índice de 0,304.

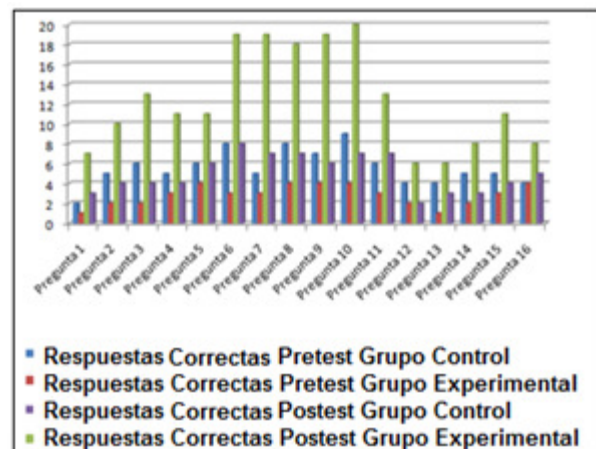


Figura 3. Número de respuestas correctas resueltas por los grupos experimentales y de control 2014-2.

Por último en el segundo semestre del año 2014 el grupo experimental fue el de ingeniería de Sistemas con un total de 25 estudiantes, y que obtuvo un índice de Hake de 0,344, el índice de Hake para el grupo control fue de 0,305.

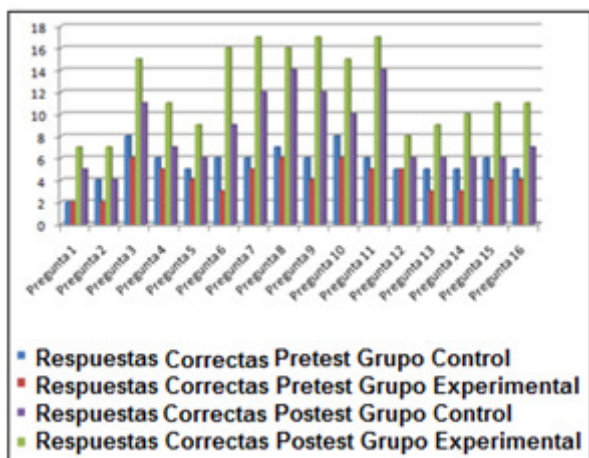


Figura 4. Número de respuestas correctas resultadas por los grupos experimentales y de control 2014-1.

Grupo	N <sub>o</sub> de Estudiantes	N <sub>o</sub> Respuestas correctas por grupo	% Respuestas correctas	Índice del factor Hake
1	23	79	21,47	0,301
1	23	166	45,11	
2	21	74	22,02	0,221
2	21	132	39,29	
3	21	79	23,51	0,307
3	21	158	47,02	
4	19	62	20,39	0,239
4	19	120	39,74	
5	26	89	21,39	0,336
5	26	199	47,83	
6	10	45	28,12	0,304
6	10	80	50,00	
7	25	89	22,25	0,344
7	25	196	49,00	
8	18	68	23,61	0,305
8	18	135	46,88	

Tabla 1. Valores del factor de Hake para cada grupo experimental y de control.

#### IV. CONCLUSIONES

El resultado estadístico presentado por el factor de Hake, así como el vivencial establecido durante todo el proceso de investigación, determinó que en el proceso de aprendizaje alcanzado por los estudiantes muestra valores mayores para los grupos experimentales, los grupos control mostraron valores bajos.

Se identificó un obstáculo epistemológico por parte de los estudiantes, y es dejarse llevar por la intuición como lo muestran las respuestas en las preguntas 1, 2, 4, 5, 12 y 13. Por este motivo la ganancia en el aprendizaje para todos los grupos en estas preguntas fue muy baja.

El método gráfico mostró ser una alternativa para explicar los temas de cinemática lineal, sin embargo los estudiantes repitentes expresaban la preferencia por la metodología con el uso de las ecuaciones.

La ganancia en el aprendizaje usando el factor de Hake, mostró ser mejor para los grupos que desarrollaron la metodología del cálculo de áreas que para el aprendizaje de la cinemática.

#### REFERENCIAS

- [1] Alvarez, M., Giuliano, M., Sacerdoti, A., Nemirovsky, I., Perez, S., & Cruz, R. (2008). Evaluación con pretest y postest de una experiencia didáctica de Cinemática con utilización de Applets. Recuperado el 15 de 07 de 2013, de Inclusión Digital Educativa en el Bicentenario Argentino: <http://www.caedi.org.ar/pcdi/PaginaTrabajosPorTitulo/7-528.PDF>
- [2] Beichner, R. J. (1993). NC State University. Recuperado el 1 de 05 de 2013, de Testing student interpretation of Kinematics graph: [http://panda.unm.edu/Courses/Saul/00\\_TchrWrkshps/Articles/95\\_AJP\\_Beichner\\_TUG-K%2Btst.pdf](http://panda.unm.edu/Courses/Saul/00_TchrWrkshps/Articles/95_AJP_Beichner_TUG-K%2Btst.pdf)
- [3] Canderle (1999)
- [4] Díaz, B. A (2002) Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. México, D.F : McGraw-Hill
- [5] Diosa Ochoa, Y. (2012). Enseñanza-aprendizaje de la cinemática lineal en su representación gráfica bajo un enfoque constructivista: Ensayo en el grado décimo de la institución educativa Pbro. Juan J. Escobar. Medellín.
- [6] Giorgi, S., Concari, S., & Pozzo, R. (2005). Un estudio sobre las investigaciones acerca de las ideas de los estudiantes en fuerza y movimiento. *Ciência & Educação*, p 83-95.
- [7] Giraldo, J. J. (2012). Enseñanza-aprendizaje bajo un enfoque constructivista de la cinemática lineal en su representación gráfica: Ensayo en el grado X de la Institución Educativa Félix Henao Botero. Medellín.
- [8] Gómez, D. B. (2011). Enseñanza de los conceptos de la cinemática desde una perspectiva vectorial con los estudiantes de grado décimo del colegio Jose Antonio Galan. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- [9] Hake, R. R. (1996). web.mit.edu. Recuperado el 15 de 08 de 2013, de Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses:  
<http://web.mit.edu/rsi/www/2005/misc/minipaper/papers/Hake.pdf>
- [10] McDermott, (1998), L.C. Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica [en línea]. Seattle: Department of physics, University of Washington.
- [11] Leonard, (2000) The difficulty of interpreting simple motion graphs. The physics teacher. (Carta al editor)