FUNCIÓN LINEAL Y CUADRÁTICA APLICADAS A LA CINEMÁTICA

Olga Noemí Gomez de Flämig* , Jorge Luis López*

*Universidad Nacional de Misiones – Argentina

flamig@fio.unam.edu.ar ; lopezj@fio.unam.edu.ar

Palabras clave: Función lineal – Función cuadrática – Relación físico-matemáticas – Construcción de conocimiento

Resumen

En este trabajo se analiza la problemática de aprendizaje que presentan los estudiantes de la Asignatura Física 1 del ciclo básico de las carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones respecto a las representaciones gráficas de las funciones lineal y cuadráticas aplicadas a la cinemática del punto.

Los resultados obtenidos del análisis de los exámenes teóricos permite concluir que existen obstáculos en relacionar las herramientas que provee la matemática en la aplicación de la resolución de problemas de cinemática ya que un 80% de los exámenes evaluados presentan este inconveniente.

Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar algunos de los obstáculos por los cuales los alumnos no emplean los objetos estudiados en matemática como son las funciones lineal y cuadrática como herramientas en un contexto diferente como ser la cinemática en la asignatura Física 1. Por ejemplo en la asignatura Cálculo y Álgebra la expresión es "$y = a x^2 + b x + c$" y los estudiantes identifican correctamente el grafo pero cuando la misma se presenta como "$X = Xo + Vo. t + ½ a t^2$" no la reconocen correctamente.

Este inconveniente se presenta en el ciclo básico de la mayoría de las instituciones educativas de las carreras de ingeniería a juzgar por los documentos que elaboran los funcionarios encargados de fijar las políticas en educación ademas la cantidad de trabajos presentados por los investigadores en educación.

En lo que respecta a las pautas dada por los organismos oficiales como el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) se define a la Ingeniería como la "profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, los materiales y las fuerzas de la naturaleza, en beneficio de la humanidad..." Ademas en las pautas dadas en el Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas se resaltó en lo que respecta a las Ciencias Básicas, que estas "abarcan los conocimientos comunes a todas las carreras de ingeniería, asegurando una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos" (CONFEDI, 2007).

La UNESCO por otra parte dentro del contexto del Programa de Investigación de Evaluación de Estudiantes, auspiciado conjuntamente conla OCDE/PISA (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico / Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) en el año 2003, se definió que "la competencia matemática es la capacidad de un individuo para identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundamentados y utilizar las matemáticas en forma que le permitan satisfacer sus necesidades como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo".

Autores que investigaron la relación entre la enseñanza y el aprendizaje sobre la Física y la matemática sostienen que los alumnos "muestran serias dificultades para desarrollar un entendimiento funcional de los conceptos básicos de la Física introductoria ademas estos resultados de investigación son la evidencia de una falta de entendimiento funcional de los núcleos conceptuales de Matemática". (FLORES GARCIA, 2008)

El mismo trabajo resalta que el esfuerzo de los docentes por enseñar los conceptos tanto de Matemática como de Física en forma analítica y verbal, no muestra el impacto esperado debido a que los alumnos solo utilizan las ecuaciones en forma analítica sin relacionarlas con el fenómeno físico a modelar a pesar de encararse el concepto desde diferentes representaciones como ser: tabla de valores, representación gráfica posición-tiempo, ensayos en laboratorio sin dejar de lado su representación real tal y como el fenómeno se presenta en la naturaleza .

Desde el punto de vista de la enseñanza de los conceptos físicos en particular, estos "no pueden ser presentados y trabajados sólo en su dimensión simbólica (y en ésta casi sólo en el dominio de las matemáticas), sino en interrelación con la actividad del sujeto, mediada por el profesor, en un referente empírico, el cual engloba la actividad experimental " (Lopes, 2002).

Para conseguir que los estudiantes que se inician en la vida universitaria dejen atrás el hábito de utilizar en forma analítica las expresiones matemáticas y físicas, es necesario enfatizar en el aprendizaje de conceptos básicos (núcleos matemáticos y físicos) mas que en la información de hechos o datos, ya que estos no perduran en la memoria del estudiante siendo descartados al dejar de practicarlos o lo que es peor aun, pueden ser utilizados cumpliendo con los formalismos algebraicos pero en forma errónea funcionalmente hablando. En este sentido

algunos autores entre ellos Pozo sostienen que “todos estos rasgos hacen que el aprendizaje de conceptos sea más eficaz y duradero que el aprendizaje de datos, pero también más exigente. Sus resultados son mejores, pero las condiciones para que se ponga en marcha son también más difíciles” (Pozo, 2006).

Es aquí donde la profesionalidad docente entra en juego no para “hacer fácil” el aprendizaje de conceptos sino mas bien para facilitarlos mediante una acción pedagógica cuya intencionalidad sea la de otorgarle significado, desde la enseñanza matemática, presentando los conceptos como una herramienta a ser utilizada en otras asignaturas y desde la enseñanza de la Física, utilizarlas para modelar y prever el comportamiento de los fenómenos naturales.

Esta simbiosis no parece estar logrando el impacto esperado ya que, tanto en las clases prácticas de resolución de problemas como en los exámenes parciales de la asignatura Física, se presentan errores que sorprenden al profesor debido a que los temas que presentan dificultades ya han sido trabajados en la escuela media, evaluados en la instancia de examen de ingreso a la universidad y que son utilizados en toda la carrera.

Para resolver problemas de cinemática donde necesitan aplicar conceptos de cálculo según Caligaris, M y otros (2009) se requiere la habilidad de cambios de registro, denominados conversiones, donde puedan transferir sus conocimientos matemáticos a otros contextos.

D’Amore (2004) se pregunta ¿qué cosa quiere decir “construcción del conocimiento en matemáticas” si no precisamente la unión de esas tres “acciones” sobre los conceptos, es decir la expresión misma de la capacidad de representar los conceptos, de tratar las representaciones obtenidas al interior de un registro establecido y de convertir las representaciones de un registro a un otro?

Giuseppe Del Re (2000), propone que “los modelos científicos se podrían agrupar en dos categorías: modelos físicos y modelos matemáticos que son herramientas no accesibles por los sentidos, siendo modelos idealizados que representan a los sistemas que se suponen existen en el mundo físico”.

La utilización del modelo mental es fundamental en este trabajo y si bien existen dos líneas diferentes, una establecida por D. Gentner y A.L. Stevens trata de explicar como las personas desarrollan sus conocimientos para explicar el comportamiento de fenómenos físicos en especial los dispositivos mecánicos y la otra propuesta por Johnson-Laird (1983) siendo esta última la utilizada para realizar la interpretación de los resultados relevados en las evaluaciones.

Johnson-Laird postuló en un principio al menos tres tipos de representaciones mentales: representaciones proposicionales (cadenas de símbolos), modelos mentales (análogos estructurales del mundo) e imágenes (perspectivas de un modelo mental), todas ellas necesarias para poder explicar las maneras en las que las personas razonan, hacen inferencias, comprenden lo que los otros hablan y entienden el mundo. Las imágenes representan cómo algunas cosas son vistas desde un punto de vista particular” (Johnson-Laird, 1996, p 124) y no suponen necesariamente la construcción o la posesión de un modelo mental explicativo y predictivo del que deriven

Esto motivó a plantear las siguientes preguntas disparadoras.

¿Por que a los alumnos la resulta difícil utilizar las herramientas que provee la matemática en la resolución de problemas de Física?

¿Por qué presentan dificultades en la realización de las gráficas si poseen la ecuación en forma explícita?

Concretamente en este trabajo se analizó la utilización de las funciones lineal y cuadrática tanto en forma gráfica como analítica en el examen donde se evaluó el tema de cinemática en la resolución de problemas de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, categorizando los errores cometidos en el mismo y su posterior interpretación.

Desarrollo

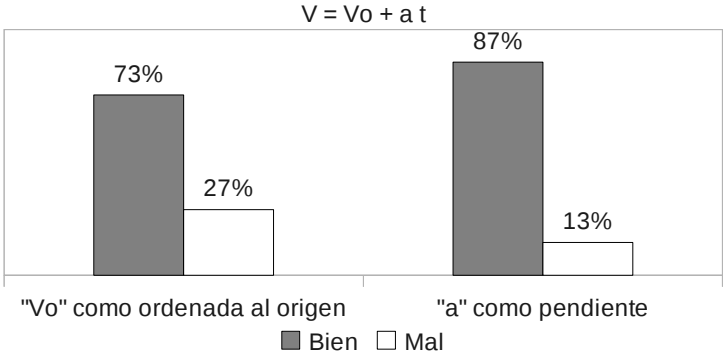
El análisis se realizó sobre un total de 15 exámenes donde se evaluó el conocimiento teórico de conceptos de cinemática de la asignatura Física 1 con el requisito previo de haber promocionado el examen de desarrollo de ejercicios rutinarios, es decir con mas del 70% de la acreditación.

En el Anexo 1 se presenta el modelo de examen implementado donde se realizó el análisis de las respuestas dadas por los alumnos para lo cual se definen dos instancias diferentes: una analizando la expresión de la velocidad en función del tiempo y su gráfica correspondiente a la función lineal. En la otra instancia se analiza la posición en función del tiempo y su gráfica correspondiente a la función cuadrática.

Debido a que ambas ecuaciones responden a funciones que se desarrollaron en la asignatura Cálculo 1 y Algebra, los puntos a analizar serán las ordenada al origen y pendiente cuyas características se resaltaron a lo largo del desarrollo de los diferentes conceptos cinemáticos.

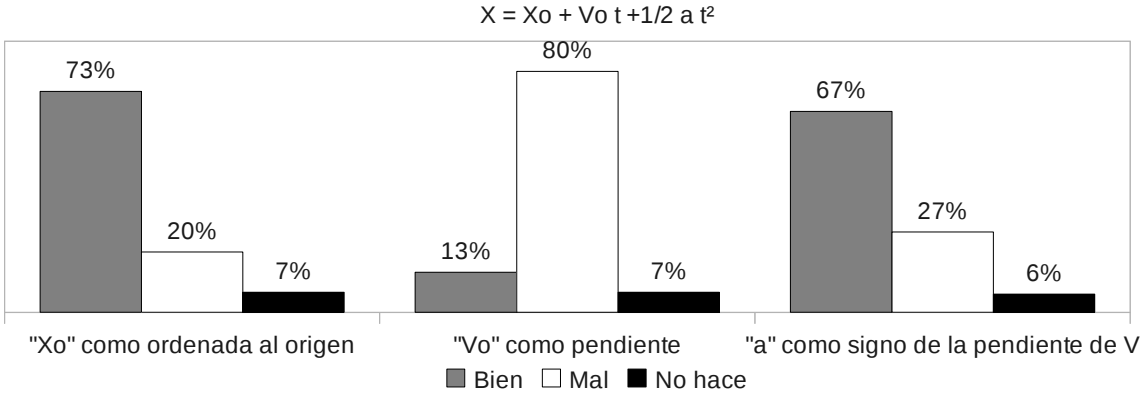
Resultados

En lo que respecta a la ecuación “$V = Vo + a\ t$“ se observa que el 27% de los alumnos no relacionan la velocidad inicial con la ordenada al origen y en lo que respecta a la pendiente de la recta, que para la cinemática corresponde a la aceleración definida constante en 13 % de los casos presenta errores en su signo.



En lo que respecta a la ecuación "X = Xo + Vo t + ½ a t^2 " se observa que el 20% de los alumnos no logran relacionar la ordenada al origen con "Xo" , porcentaje que se repite con el término de la aceleración.

El dato relevante aquí es el del coeficiente lineal representado por "Vo" donde el 80% de los alumnos no logró relacionar la pendiente de la recta tangente a la gráfica en la ordenada al origen contra solo el 13% de ellos que la presentaron correctamente.



Conclusiones

Desde el punto de vista de la utilización de las herramientas matemáticas aplicadas al estudio de la cinemática, los porcentajes demuestran que los alumnos no han logrado utilizarlas reflexivamente ni logrado la competencia necesaria para relacionar las gráficas con los conceptos en ellas involucrados, concretamente la ordenada al origen que relaciona a la velocidad inicial en la función lineal y a la posición inicial en la cuadrática.

Sin embargo se observa que los alumnos no presentaron dificultades en la representación gráfica de la ecuación lineal, no así en la cuadrática.

Se observa que aunque fueron especificadas las condiciones iniciales estrictamente no lograron transferir lo aprendido en Cálculo 1 a Física 1 presentó dificultades en representar la velocidad inicial como la pendiente de la recta tangente a la curva en la ordenada al origen.

Se considera que los alumnos no han realizado construcción de conocimientos en matemática por que no han podido convertir las representaciones de un registro (Cálculo 1 y Álgebra) a otra aplicación (Física 1).

Referencias bibliográficas

Caligaris, M y otros (2009) . Los alumnos que estudian Análisis Matemáqico I ¿lo saben aplicar?. EMCI 2009.

CONFEDI (2007). Competencias Genéricas, 2do. Informe, Mayo 2007.

D'Amore (2004). Conceptualización, registros de representaciones semióticas y noética. Uno. Barcelona, España.

Del Re, G. (2000). Models and analogies in science. International Journal for Philosophy of Chemistry, Vol. 6, No. 1, 5 – 15. *http://hyle.org/journal/issues/6-1/delre.html*

Flores García, S (2008). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto. CULCyT. Año 5, No 24 p.19.

Gentner, Q. ; Gentner, D. (1983). Flowing water or teeming crowds: Mental models of electricity. En Gentner, D. & Stevens, A. (Eds) Mental models. (Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, N. J.) pp. 99-130.

Johnson-Laird, P. (1996). Images, models, and propositional representations. In De Vega et al. Models of visuospatial cognition. New York: Oxford University Press. p. 90-127.

Lópes, B., (2002). Desarrollar conceptos de Física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. Revista Enseñanza de las Ciencias, 2002, 20 (1), 115-132

Pozo, J.I. Gómez, M. A. (2006) . Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico 5º ed, Ediciones Morata, S. L. Madrid.

Anexo 1

EVALUACIÓN TEÓRICA DE FÍSICA 1 - BLOQUE A Fecha: 04/09/10

APELLIDO y NOMBRE-…….....

1) Deducir las expresiones de la posición en función del tiempo [x= f(t)] , velocidad en función del tiempo [v =f(t)] y aceleración en función del tiempo [a =f(t)] para un movimiento rectilíneo uniformemente variado y realizar las gráficas correspondientes para cuando la posición inicial $x_0 = 0$; la velocidad inicial $V_0 > 0$.

2) Para un tiro oblicuo presentar las expresiones analíticas de:

a. los vectores posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para una posición genérica con Vo > 0; ángulo de inclinación de disparo $\alpha > 0$ medido respecto de la horizontal; posición inicial xo = 0 e yo > 0. Realizar las representaciones gráficas correspondientes.

b. la altura máxima y alcance horizontal para las condiciones anteriores.

3) Expresión analítica del trabajo efectuado para estirar un resorte desde la posición inicial Xo > 0 hasta la posición final Xf > Xo.

4) Partiendo del teorema del trabajo y la energía en un sistema donde actúan fuerzas conservativas y no conservativas simultáneamente, obtenga la expresión de la energía mecánica.

5) Condición necesaria para que se conserve la cantidad de movimiento en un choque entre dos partículas y su correspondiente expresión.