

CINEMÁTICA: DE LOS NÚMEROS A LAS REPRESENTACIONES ALGEBRAICAS

PEREZ, S. (1) y DIBAR URE, M. (2)

(1) CEFIEC / IDH. UBA / UNGS silvia.m.perez@gmail.com

(2) Universidad Nacional de General Sarmiento. silvia.m.perez@gmail.com

Resumen

Se presenta el análisis de un cuestionario que enfoca el problema del uso de la matemática en cinemática elemental, tomado a alumnos universitarios de primer año. El marco teórico que orienta la investigación es el Modelo de Redescripción Representacional de Karmiloff-Smith. Los datos obtenidos muestran los diferentes niveles de explicitación de las representaciones y la variedad y singularidad de los recursos que utilizan los alumnos para resolver las cuestiones planteadas. La presentación de la representación algebraica, permite observar cómo los alumnos van integrando esta herramienta, la combinan con sus formas de resolución y la descartan cuando no les proporciona una forma de llegar al resultado. Puede observarse una relación directa entre poder explicitar con más detalle las cuentas que hicieron para llegar a un resultado y cuán lejos llegan en la resolución.

Objetivos

El objetivo de este trabajo es describir e interpretar los mecanismos utilizados por los alumnos para resolver situaciones de física elemental, en las que se usa el lenguaje matemático. Se pretende entender cómo se apropian de las formas algebraicas en las que se expresan los conocimientos de física y qué representaciones pueden llegar a construir.

La descripción de las dificultades que los alumnos suelen tener en el uso del lenguaje matemático en física puede ayudar a la elaboración de recomendaciones didácticas para los profesores.

El tema elegido es la velocidad media, por ser uno de los primeros en que los alumnos se enfrentan con el uso de lenguaje matemático, aún cuando sus conocimientos intuitivos les permiten ya resolver problemas sencillos antes de la presentación de la teoría.

Marco teórico

La resolución de problemas en física se plantea en general desde un punto de vista prescriptivo, señalando lo que los alumnos deberían hacer basado en la perspectiva del experto. Otro enfoque es analizar lo que los alumnos saben y pueden hacer, detectar las dificultades, y proponer los caminos posibles para acompañar el aprendizaje desde el lugar del alumno (i. e. Redish, 2004).

Un marco teórico que parece proporcionar una forma de abordar este tema es el de la especificidad de dominio, utilizando también la idea de cambio representacional de Karmiloff Smith (1992). Según Karmiloff la redescrición representacional, es un proceso por el cual aumenta la flexibilidad del conocimiento almacenado en la mente. La investigación presentada podría situarse en el inicio de la conformación de un nuevo dominio: un concepto elemental de física comienza a ser expresado en lenguaje matemático, representado bajo diferentes formas semióticas (Duval, 1993).

Desarrollo del tema

Esta investigación se desarrolló con una metodología exploratoria, cualitativa y sin categorías determinadas a priori por el marco teórico (Glasser y Strauss, 1968)

Participaron 31 estudiantes de un curso de Física I, del primer año de Arquitectura de la Universidad de Palermo de Buenos Aires. El instrumento utilizado fue un cuestionario de 9 ítems. Se planteaban preguntas para calcular velocidades medias, espacios recorridos y tiempos en situaciones cotidianas. En todos los casos se preguntaba, además, por cuál era la cuenta que habían realizado para responder. Luego se presentaba la expresión algebraica de la velocidad media y tres problemas para resolver utilizándola. Por último se pedía despejar una variable de una fórmula algebraica. Presentamos el análisis en dos pasos: el primero pregunta por pregunta y el segundo siguiendo el trayecto de cada alumno.

Análisis pregunta por pregunta

El primer dato que llama la atención es que 15 de los 31 participantes utiliza el formato de la regla de tres para resolver uno o más de los problemas planteados, contamos tanto la utilización del formato clásico como forma de ordenar los datos, la utilización correcta y pertinente al problema y la utilización incorrecta.

Si bien la experiencia docente nos indica que los alumnos usan la regla de tres en muchas situaciones, resultados anteriores muestran que ese uso está asociado a la representación escrita de los problemas (Pérez y Dibar Ure, 2004). Una forma de representación - problema escrito con tres o más datos y una

incógnita a encontrar- parece tener una forma standard de ser resuelto: la regla de tres simple, formato eficaz en gran cantidad de casos y en cuya enseñanza no suelen mostrarse sus límites.

Cuando se pide explicitar las cuentas que hicieron en las diferentes preguntas sobre velocidad media, tiempos y distancias recorridas, se encuentran respuestas que pueden ser indicio de las diferencias en los niveles de explicitación de las representaciones. Hay alumnos que responden en lenguaje coloquial, sin escribir ningún símbolo matemático. Otros describen la cuenta que hicieron mostrando sólo la división, otros escriben las dos cuentas necesarias, y finalmente dos alumnos usan fórmulas, y pueden aplicarlas en forma pertinente. Al llegar a una cuenta suficientemente fácil, los alumnos ya no la escriben, resulta quizás más difícil explicitar que se hizo una cuenta cuando se obtuvo un resultado "evidente". Los resultados muestran que reemplazar datos en una fórmula no presenta dificultades.

Luego de presentada la expresión algebraica de la velocidad media, los alumnos deben resolver un problema de formato más tradicional y de mayor complejidad. Algunos alumnos que lo resuelven sin usar la fórmula propuesta, otros usan $v = e/t$, otro grupo utiliza la fórmula propuesta reemplazando los datos y luego despejando la variable pedida y otros despejan la variable antes de reemplazar los datos. Cabe destacar que en ese mismo problema, algunos alumnos comienzan a trabajar con la fórmula presentada, pero cuando no pueden seguir resolviendo, recurren nuevamente a la regla de tres.

Análisis alumno por alumno

En una primera mirada es sorprendente observar la variedad y singularidad de los recursos, de las formas de entender y de la elección de los procedimientos que muestran los alumnos. El ofrecimiento de representaciones más poderosas como la algebraica, nos ha permitido ver como los alumnos van integrando esta herramienta, la combinan con sus formas de resolución y hasta la descartan cuando no les proporciona aún una forma de llegar al resultado.

Encontramos ejemplos de cierta independencia entre el dominio del álgebra en situación de resolución de problemas con datos y la capacidad de operar con expresiones algebraicas sin datos. Esto es evidente en el caso de un alumno que puede operar algebraicamente en el problema pero en la última pregunta dice "no sé cómo hacer". Otro alumno contesta en cierta medida en forma opuesta, ya que no puede resolver el problema, pero despeja la variable x con todo detalle en la fórmula algebraica del último ítem.

En el análisis de los datos puede observarse, en general, una relación directa entre el poder explicitar con más detalle las cuentas que hicieron para llegar a un resultado y cuán lejos llegan en la resolución. Sin embargo, un alumno no explicita las operaciones que hace, pero logra mantener en la memoria el problema y lo resuelve siguiendo un camino particular y usando diferentes representaciones.

En los alumnos que no consiguen llegar tan lejos en la resolución, se nota un problema en el manejo de las condiciones iniciales. No parecen encontrarles un claro sentido a x_0 y t_0 , atribuible a que no pudieron explicitar las restas de números usadas en los cálculos de velocidad media.

Conclusiones

Los resultados muestran los diferentes hitos de un camino de menor a mayor en el grado de explicitación de las representaciones disponibles para resolver problemas. Son indicadores de las diferencias en la flexibilidad cognitiva que permite hallar la respuesta.

La maestría conductual lograda en los formatos afianzados de resolución, permite “volver a lo seguro” cuando la nueva representación no resuelve el problema. La regla de tres parece tener las características de un proceso modularizado, como resultado final de la reiteración a lo largo de la enseñanza y de la eficacia demostrada para los problemas que la escuela suele presentar.

En nuestros alumnos se observa una tendencia a trabajar preferentemente con números y cuando se les provee de una fórmula algebraica, muestran facilidad para reemplazar las variables. Se observan dificultades para integrar la descripción algebraica y usarla sistemáticamente y para aceptar trabajar con ella en un problema concreto sin reemplazar completamente por valores. Estos alumnos pueden operar con expresiones algebraicas fuera del ámbito de un problema, una confirmación de que el conocimiento matemático es condición necesaria pero no suficiente para la resolución de problemas en física y que el entramado particular entre los conceptos y sus representaciones algebraicas da por resultado dificultades específicas no reductibles solamente a problemas conceptuales o problemas algebraicos.

Referencias bibliográficas

GLASER, B. y STRAUSS, A. L. 1967. *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine

DUVAL, R. 1993. Registres de representation semiotique et fonctionnement cognitive de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. 5. pp 37 – 65. IREM. Strasbourg.

KARMILOFF-SMITH, A. 1992. *Beyond Modularity*. Cambridge: MIT Press.

PÉREZ, S. M. y DIBAR URE, M. C. 2004. El lenguaje matemático en cinemática elemental: una mirada desde el cambio representacional. *Memorias VII SIEF*. Argentina.

REDISH, E. F. (2004) A theoretical framework for physics education research: modeling student thinking. En E. Redish y M. Vicentini (Ed), *Proceedings of the Enrico Fermi Summer School*, Course CLVI (pp. 1-63). Bologna: Società Italiana di Física.

CITACIÓN

PEREZ, S. y DIBAR, M. (2009). Cinemática: de los números a las representaciones algebraicas. *Enseñanza de las*

Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 145-148

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-145-148.pdf>