

PRODUCCIÓN DE SIGNIFICADOS PARA LA REPRESENTACIÓN DEL
MOVIMIENTO RECTILÍNEO, A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE LAS
ARGUMENTACIONES DE ESTUDIANTES DEL BÁSICO DE INGENIERÍA.

Nadia González Daza¹ y Janete Bolite Frant²

1. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Venezuela.
2. Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica De São Paulo.

1: ngonzale@uc.edu.ve y 2: janeteb@pucsp.br

Campo de investigación: Lenguaje y aprendizaje matemático; Nivel educativo: Superior

Resumen

Este trabajo forma parte de una investigación en curso sobre la producción de significado matemático a través del análisis del discurso de estudiantes de Física. Con el fin de obtener información y data pertinente, se han ejecutado una serie de tareas, en las cuales, grupos de alumnos, cursantes de la Asignatura Física I, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo (Venezuela), se dedican a resolver y discutir un conjunto de situaciones relacionadas con el fenómeno del movimiento rectilíneo y su representación en diversas formas. Las tareas han sido filmadas en video y los estudiantes participantes en ellas, se han prestado voluntariamente para participar en tales actividades.

Antecedentes, Justificación y Problema

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo (Venezuela) desde finales de los 90 se ha establecido en los Planes de Estudio del Ciclo Básico (1999), que las asignaturas que conforman el área Matemática deben preparar al estudiante para que sea capaz de: "relacionar conceptos teóricos con soluciones prácticas, crear modelos para la descripción de fenómenos físicos, utilizar la Matemática como: herramienta de cálculo, marco conceptual y lenguaje", como parte de una serie de alternativas para hacer frente a un sistema educativo tradicionalista que desperdicia las capacidades intelectuales del estudiante.

Los altos índices de alumnos reprobados en las asignaturas Análisis Matemático I (cálculo diferencial y sus aplicaciones) y Física I (mecánica clásica), han motivado ciertas acciones (relacionadas con reformas curriculares, cursos de nivelación para los estudiantes y revisión de la metodología empleada por profesores al enseñar, principalmente), pero se han ido postergando prácticas centradas en el estudiante y su formas de pensar sobre la matemática, las cuales consideramos fundamentales para mejorar la problemática de su aprendizaje.

Esta necesidad ha sido motivación particularmente, para indagar qué sucedía con los estudiantes que aprobaban la asignatura Análisis Matemático I, al cursar en el segundo semestre de la carrera, la asignatura Física I, en relación a sus conocimientos sobre el concepto de derivada, su interpretación física como velocidad y su significado geométrico como la pendiente del gráfico de una función (González 2002).

Los resultados obtenidos en este trabajo, reflejaron que la mayoría de los alumnos

presentaban dificultades para describir los procedimientos utilizados para resolver los problemas; usaban algunos conceptos matemáticos y físicos implicados con fallas de diferenciación; y utilizaban escasas argumentaciones para justificar por escrito sus procedimientos. Además se detectó que la mayoría de los estudiantes, presentaban dificultades para interpretar y hacer el análisis global de gráficos de posición-tiempo y de velocidad-tiempo, así como para realizar la deducción de gráficos de velocidad-tiempo a partir de gráficos posición-tiempo.

Esos resultados, conjuntamente con el bajo rendimiento de los estudiantes en las evaluaciones regulares de las asignaturas Análisis Matemático I y Física, nos condujeron a recurrir a otras formas de explorar, los conocimientos matemáticos en estudiantes de Física. Se resolvió entonces, mediante el análisis del lenguaje de los estudiantes observar y estudiar cómo utilizan sus conocimientos sobre matemática, al resolver situaciones problemáticas relacionadas con la cinemática del movimiento, específicamente, con el movimiento rectilíneo y sus formas de representación.

Actualmente, el discurso en el aula de clases se ha convertido en un campo de estudio prioritario para muchos investigadores y por medio de su análisis se ha pretendido conocer sobre el proceso de enseñanza aprendizaje y muy particularmente acerca del pensamiento matemático de profesores y estudiantes. Es así como se ha considerado necesario detenerse en la exploración de las formas, características y maneras como los estudiantes hablan, esto es, analizar su discurso mirando siempre hacia el componente argumentativo, mientras se ocupan de representar e interpretar el movimiento rectilíneo de un cuerpo, partícula o personaje en particular, para reconocer en sus hablas, la producción de significado matemático.

Para desarrollar la investigación se han considerado los trabajos de Frant y Rabello (2002, 2004) quienes formulan un modelo alternativo para analizar el discurso en el aula de clases, apoyándose en el modelo teórico de los campos semánticos de Lins (1997) el cual reconoce que el conocimiento es producto de la enunciación del sujeto. Este modelo también está basado en el análisis de los argumentos, fundamentándose en las teorías de Perelman y Olbrech (1994). El interés se enfoca en la producción de significado matemático y en el uso del lenguaje y la argumentación como metodología de análisis. También se han considerado los trabajos de Cross (2003), en los que se establecen criterios para clasificar y analizar las estrategias de tipo argumentativo característicos del discurso en el aula.

En relación con el aprendizaje del cálculo y la representación del movimiento, se han considerado: los trabajos de Sherin (2000), quien se sitúa en un contexto particular (estudiantes que aprenden a construir representaciones del movimiento físico); los experimentos en aprendizaje de Maher y otros (2003), basados en la representación del movimiento y en el estudio del cómo los estudiantes le dan sentido al movimiento; los trabajos de Marrongelle (2001), quien particularmente examina, cómo la comprensión de conceptos físicos por parte de los estudiantes influye sobre su comprensión de conceptos del cálculo y los estudios de Radford y otros (2003), donde se analiza el proceso de producción de significado de estudiantes, a través de diversas formas de fuentes semióticas tales como gestos, gráficos y palabras que se entrelazan durante la actividad matemática.

Preguntas de la Investigación

La investigación se ha organizado de acuerdo a las siguientes cuestiones:

¿Que clases de argumentaciones, de acuerdo a la perspectiva de Frant y Rabello (2002, 2004), los estudiantes nóveles de ingeniería usan para producir enunciados y expresar la producción de significado matemático en cuanto a los conceptos de pendiente, derivada, velocidad, función, variable, sistemas y ejes coordenados, cuando ellos:

- Describen verbalmente el movimiento rectilíneo que probablemente realiza una pelota lanzada por un personaje, presentada en una secuencia de dibujos.
- Tratan de caracterizar con sus propios cuerpos el movimiento rectilíneo que probablemente realiza una pelota lanzada por un personaje, presentada en una secuencia de dibujos.
- Representan en un gráfico posición/tiempo, el movimiento rectilíneo caracterizado por sus propios cuerpos

Consideraciones Teóricas

Según la perspectiva de Frant y Rabello (2002, 2004), el pensamiento es algo que se hace posible a través del lenguaje y se origina a partir de los vínculos o enlaces establecidos entre núcleos de significados producidos por individuos en interacción. No hacen distinción entre un posible lenguaje interno -propio del pensar- del lenguaje externo -superpuesto al interno-, que lo traduce y lo expresa exteriormente. El lenguaje es considerado como un fenómeno ideológico por excelencia, constituido a partir de la praxis social de los individuos; además sostienen que la relación del individuo con el mundo y con otros individuos se organiza según prioridades e intereses que se establecen en el lenguaje cotidiano.

Bajo esta perspectiva, se han considerado en este estudio, las creencias y justificaciones generadas por los estudiantes, mientras hablan entre ellos, o cuando son cuestionados por la profesora-investigadora, durante la ejecución de las acciones pedidas en la tarea. Así que para tratar de entender la producción de significado de un estudiante se analizan sus acciones, sean verbales, escritas, pictóricas, entre otras. De esta manera el interés recae en levantar los argumentos engendrados por los estudiantes para expresar creencias y justificaciones en actividades de aprendizaje, asentando el análisis de tales argumentos, en las teorías de la argumentación (principalmente en la de Perelman, 1994), ya que se considera que el proceso de producción de significados para objetos matemáticos es similar al proceso de producción de significados para objetos de lo cotidiano.

Consideraciones Metodológicas

Se describe aquí un estudio de caso, en el cual, tres estudiantes (Marla, Luis y Betzi), realizan la tarea correspondiente a la representación gráfica del movimiento rectilíneo de un cuerpo luego de observar, escribir y discutir entre ellos acerca de una secuencia de dibujos en los que aparece un niño lanzando una pelota en diferentes etapas. Además los estudiantes realizaron ellos mismos, los movimientos del niño con la pelota, discutieron sobre los posibles movimientos efectuados, realizaron gráficos de posición/tiempo e

interpretaron los gráficos elaborados. Los tres integrantes del grupo han sido grabados en video durante la ejecución de las tareas, haciendo énfasis en grabar lo que dicen los estudiantes -el lenguaje- y sobre todo los argumentos empleados en los diálogos establecidos entre ellos. Por medio de estas grabaciones se ha recolectado la data para el subsiguiente análisis.

Para realizar el análisis del discurso de los estudiantes, se utiliza el Modelo de Estrategia Argumentativa (Frant y Rabello, 2000, 2002; Frant, 2004), el cual permite construir una red de argumentación -que incluye la intencionalidad del habla- y funciona para analizar episodios en el aula de clases. El análisis de un episodio requiere la recreación del contexto de los enunciados que se producen en él.

El episodio se describe a través de un esquema, en el cual, está presente el argumento que esta siendo utilizado por el orador a través de afirmaciones simples. La articulación de cada elemento de la argumentación comienza con la identificación y la evaluación de una regla de inferencia que debe dar soporte a la tesis enunciada por el orador. Se asume que cada elemento esta presente en el esquema argumentativo por ser esencial en si mismo.

A partir de las transcripciones de estas interacciones, diálogos y discusiones, se realiza la construcción de la estrategia argumentativa, tratando de componer una totalidad coherente de la siguiente forma:

- Reconstrucción de secuencias (preguntas-respuestas) coherentes de razonamiento (esquematizar los argumentos utilizados, datos y resumidos a través de enunciados simples, por los estudiantes)
- Completar los espacios implícitos o reemplazar los espacios explícitos, en el habla de los estudiantes
- Identificar los significados producidos (identificar la regla de inferencia que origina la tesis)
- Caracterización y Montaje de los argumentos a través de esquemas
- La interpretación de esos esquemas (establecer estrategias argumentativas utilizadas por los estudiantes)

Resultados

Se han conseguido construir 5 posibles redes argumentativas, las cuales han sido aisladas en 5 episodios, en los cuales se realizan las siguientes tareas:

- Representando el movimiento rectilíneo dibujando gráficos posición/tiempo.
- Representando el movimiento rectilíneo accionando con el propio cuerpo.
- Dibujando e interpretando gráficos posición/tiempo mediante secuencia de dibujos.
- Dibujando e interpretando gráficos posición tiempo mediante el movimiento rectilíneo producido por el propio cuerpo.
- Situando el eje de referencia de lo que se mueve.

En estos episodios, fue posible obtener algunas reglas de inferencia que permitirán el establecimiento de algunas posibles estrategias argumentativas:

- Forma del grafico y tipo de movimiento
- Pasar de una dimensión a dos dimensiones.
- Pasar de dos dimensiones a una dimensión.
- Pasar de un gráfico de posición /tiempo a un gráfico de velocidad/tiempo.

- Distinguir entre caminar, correr, parar, ir adelante, ir hacia atrás, regresar, en un gráfico usando enunciados matemáticos.
- Aparición del concepto de pendiente para distinguir diferentes etapas o formas en un movimiento rectilíneo.
- Aparición del concepto de velocidad.
- Posibilidad de distinguir el uso de algunas metáforas primarias en los diálogos.
- Ver el gráfico como una relación entre variables o como un objeto, o dibujo.
- Conectar un gráfico con el concepto físico de un movimiento rectilíneo.
- Uso de algunos conceptos matemáticos implicados en la resolución.

También se observa que las intervenciones de la profesora-investigadora producen interferencias en las argumentaciones de los estudiantes, ya que transforman las secuencias argumentativas de los episodios.

Conclusiones e Implicaciones

Los resultados aun parciales del estudio, permiten destacar algunas observaciones:

- Tratar de caracterizar con sus propios cuerpos el movimiento rectilíneo que probablemente realiza un balón lanzado por un personaje, presentado en una secuencia de dibujos; puede mejorar la habilidad del estudiante para interpretar cualitativamente gráficos posición/tiempo
- En relación con la interpretación de representaciones del movimiento rectilíneo, la discusión de las ideas y pensar acerca de la resolución de una tarea particular, en formas que le dan sentido al estudiante es positiva
- Se considera importante examinar como las actividades con gráficos son usadas en la conversación y en la discusión de los estudiantes para obtener información sobre sus conocimientos acerca de conceptos matemáticos y físicos
- Usar múltiples formas para representar el movimiento rectilíneo puede servir como un medio para expresar conocimiento matemático

Referencias

Cerulli M., Demers S., Guzmán J. & Radford L. (2003). Calculators, graphs, gestures and the production of meaning. *Proceedings of the 27 Conference of the international group for the psychology of mathematics education (PME27 –PMENA25)*, Vol. 4, pp. 55-62. University of Hawaii,.: N. Pateman, B. Dougherty and J. Zilliox (Eds.).

Cros, A.. (2003). *Convencer en clase: Argumentación y discurso docente*. Barcelona, España: Ariel Lingüística

Frant, J. & Rabello de C, M. (2000). Estrategia Argumentativa: um modelo. *Proceedings of I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, p.381-383. Brasil: SIPEM

Frant, J. & Rabello de C, M. (2002). Production de significies pour fonction: analyse basee sur l'estrategie argumentative. *Proceedings/Actes of the CIEAEM- 54, 62-64*. Vilanova i la Gertrú. Cataluña, España: CIEAEM.

Frant, J. (2004). Seminário: Corpo, Linguagem e Cognição Matemática. *Jornadas de Investigación en Didáctica de las CE y la Matemática*. UB. España: Documento no publicado.

González, N. (2002). Undergraduates' difficulties in solving problems of variation. speed. *Proceedings/Actes of the CIEAEM- 54, 62-64*. Vilanova i la Gertrú. Cataluña, España: CIEAEM.

Lins, R. & Jiménez, J. (1997). *Perspéctivas para a Aritmética e a Algebra do Seculo XXI*. Brasil: ED. Papyrus

Maher, C., Speicer, B. & Walter, C. (2003). Representing motion: an experiment in learning. *Journal in Mathematical Behavior*. 22 (1-35).

Marrongelle, K. (2002). The role of physics in students' conceptualizations of calculus concepts: implications of research on teaching practice. *Proceedings/Actes of the 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics (at the undergraduate level)*. University of Crete.1-6. Greece: ICTM.

Olbrechts-Tyteca, L. y Perelman, Ch. (1994). *Tratado de la argumentación*. Madrid: EDT. Gredos

Serrín, Bruce. (2000). *How students invent representations of motion?: A genetic account*. *Journal of Mathematical Behavior*. [En red] Junio, 2004. Disponible en: <http://www.ls.sesp.nwu.edu/people/faculty/Bruce%20Sherin/SherinInventingReps.pdf>

Universidad de Carabobo. (1998). Plan De Estudios. Estudios Básicos. Facultad de Ingeniería. Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo.