

EJE 8

Nuevos conocimientos en ciencias básicas, orientados a la enseñanza

Los experimentos de enseñanza como
una estrategia metodológica para la
comprensión de conceptos matemáticos



*«Nuevos paradigmas y
experiencias emergentes»*

Los experimentos de enseñanza como una estrategia metodológica para la comprensión de conceptos matemáticos

Teaching Experiments as a Methodological Strategy for Understanding Mathematical Concepts

Diego Antonio Rolong Molinares¹ René Alejandro Londoño Cano² Carlos Mario Jaramillo López³

Resumen

El presente artículo pretende mostrar resultados de una investigación llevada a cabo con estudiantes de un curso regular de ecuaciones diferenciales, cuyo objetivo fue analizar cómo comprenden los conceptos involucrados en procesos de resolución de una ecuación diferencial.

El estudio empleó los experimentos de enseñanza como una estrategia metodológica, mediada por las complementariedades de la acción y la expresión de la teoría de Pirie y Kiren (1994), que permitieron, por un lado, recolectar información relevante para dar respuesta a la pregunta ¿Cómo es la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos involucrados en procesos de resolución de una ecuación diferencial?; y por otro, identificar la ruta conceptual seguida por ellos para comprender los conceptos de razón de cambio, derivada, antiderivada y ecuación diferencial lineal de primer orden. El análisis de la información recolectada dio cuenta de los niveles de comprensión alcanzados por los estudiantes.

Palabras clave: comprensión, experimentos de enseñanza.

Abstract

This article aims to show results of an investigation carried out with five students from a regular course of differential equations, whose objective was to analyze how students understand the concepts involved in the processes of solving a differential equation.

The study used the teaching experiments as a methodological strategy mediated by the complementarities of the action and the expression of the Pirie and Kiren (1994) theory, which allowed, on the one hand, to collect relevant information to answer the question "How is it the students' understanding of the concepts involved in the processes of solving a differential equation?"; on the other, to identify the conceptual path followed by the students to understand the concepts of rate of change, derivative, antiderivative and first-order linear differential equation. The analysis of the information collected showed the levels of understanding reached by the students.

Keywords: understanding, teaching experiments.

¹ Universidad de Antioquía, Colombia, diego.rolong@udea.edu.co

² Universidad de Antioquía, Colombia, rene.londono@udea.edu.co

³ Universidad de Antioquía, Colombia, carlos.jaramillo1@udea.edu.co

1. Introducción

La presente propuesta es producto de un estudio que se lleva a cabo en el programa de doctorado en Educación de la Universidad de Antioquia en la línea de educación matemática y, aborda el análisis del proceso de comprensión a través de la metodología de experimentos de enseñanza en el marco de la teoría para la comprensión matemática de Pirie y Kiren.

Los estudiantes al abordar una situación planteada que involucra ecuaciones diferenciales, a menudo exhiben dificultades y poca comprensión de los conceptos matemáticos allí relacionados (Nápoles Valdés, J. E., González, A., Brundo, J. M, Genes, F., & Basabilbaso, F; 2004), quizá por la manera en la cual ellos los conciben. Además, posiblemente la superficialidad que se percibe en los procesos de enseñanza y aprendizaje se direccionan algunas veces hacia la búsqueda de una solución representada de manera numérica, alejada de interpretaciones.

Otros factores que influyen en la comprensión de los estudiantes es el revestimiento formal que posee la matemática, así como las pocas relaciones entre las situaciones planteadas, el entorno y las herramientas tecnológicas. Lo anterior ocurre por diversas razones relacionadas con la naturaleza compleja de los mismos conceptos, situación que requiere de estrategias metodológicas alternativas que permitan explorar caminos para la superación de dificultades que se presentan en el proceso de comprensión.

Por otra parte, la resolución de una ecuación diferencial requiere: ir más allá de los procesos mecánicos que involucran técnicas y fórmulas; interacción con herramientas tecnológicas que permitan visualizar una solución de una ecuación diferencial en diferentes sistemas y la comprensión de los conceptos matemáticos involucrados en ella.

Como hipótesis se planteó inicialmente que la superficialidad en que los conceptos son abordados y el énfasis en procesos de mecanización se constituyen en factores determinantes que alejan a los estudiantes del razonamiento y, por tanto, de la comprensión. En este contexto fue posible corroborar la hipótesis a través de las actividades desarrolladas por los estudiantes, quienes evidenciaron mediante escritos, verbalizaciones, actitudes y diversas interacciones, poca comprensión sobre los conceptos de razón de cambio, derivada, antiderivada y ecuación diferencial lineal de primer orden.

Lo mencionado anteriormente es motivo de estudio por algunos investigadores en el campo de Educación Matemática, centrados en la comprensión de conceptos matemáticos, para los que se emplean diferentes teorías y herramientas tecnológicas en diversos entornos y situaciones planteadas. Con dichos estudios no se pretende generalizar la forma en la cual los estudiantes comprenden los conceptos matemáticos; se trata de describir los procesos realizados para alcanzar la comprensión en la solución de una ecuación diferencial lineal de primer orden.

En esta dirección, las investigaciones de Rasmussen (2001) y Rasmussen & Kwon (2007) proponen un marco teórico para analizar la manera en que los estudiantes comprenden matemáticas a través de la buena argumentación y la forma cómo algunas técnicas analíticas contribuyen en la reflexión y reconstrucción de conceptos matemáticos.

De acuerdo con lo manifestado anteriormente se planteó un estudio que permitió analizar cómo es la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos involucrados en procesos de resolución de una ecuación diferencial, para lo cual se precisó de las complementariedades

de la acción y la expresión de la teoría de Pirie y Kiren (1994), en sinergia con la metodología de experimentos de enseñanza, marco teórico y metodológico que constituye el estudio.

2. Metodología

En el marco de lo mencionado anteriormente, el estudio empleó los experimentos de enseñanza como una herramienta metodológica en la que se tuvo en cuenta las acciones a realizar manifestadas por Molina et al., (2011), así como el refinamiento continuo propio de esta metodología, la cual se llevó a cabo en función de cada episodio, para obtener versiones de entrevista cada vez más ajustadas, de acuerdo con las complementariedades de la acción y la expresión, en la medida en que se avanzaba en el desarrollo del experimento.

En este contexto se planteó un experimento de enseñanza constituido por tres fases y cuatro episodios distribuidos así:

Fase 1, denominada *preparación del experimento*, en la que se realizó el episodio 1. La evaluación del conocimiento propio de los experimentos de enseñanza y el nivel 1 de comprensión de la teoría de Pirie y Kiren llamado conocimiento primitivo, fueron los elementos teóricos esenciales que permitieron analizar los conceptos que cada estudiante llevaba consigo para abordar las situaciones planteadas.

Fase 2, denominada *experimentación*, en la que se llevó a cabo los episodios 2, 3 y 4, analizando las interacciones relacionadas con el análisis de la comprensión de los conceptos razón de cambio y derivada, antiderivada y ecuación diferencial lineal de primer orden, respectivamente.

Fase 3, denominada *análisis retrospectivo de los datos recolectados*, la cual permitió identificar la ruta conceptual seguida por los estudiantes.

Finalmente, para analizar la información recolectada a la luz del experimento, se tuvo en cuenta las complementariedades de la acción y la expresión, los descriptores propuestos para cada pregunta y el análisis retrospectivo de la información.

3. Resultados

El análisis de la fase 1 develó las dificultades que los estudiantes exhibieron para identificar las variables que intervinieron en cada situación planteada, por lo que algunos no lograron plasmar una expresión algebraica que mostrara un cambio de una variable con respecto a la otra.

Por otra parte, en el análisis de la fase 2 se destacan los episodios 2, 3 y 4, en los cuales se evidencia que el proceso de comprensión de los conceptos de razón de cambio y derivada, antiderivada y ecuación diferencial lineal de primer orden se lleva a cabo, en la mayoría de los casos, mediante representaciones mentales o físicas, a través de las actuaciones y expresiones de los estudiantes, tal como es manifestado por Pirie, S., & Kieren, T. (2006, p. 188).

En nuestro contexto, la comprensión de los conceptos antes mencionados se generó a partir de los momentos de *folding back* (redoblamiento) evidenciados en los avances y retrocesos de los estudiantes en cada situación planteada.

Cabe mencionar que al analizar las respuestas de los estudiantes a la luz de los descriptores que emergieron en el marco de las complementariedades de la acción y la expresión, fue posible conocer el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes, al analizar a su vez las técnicas, métodos y procedimientos algebraicos elegidos, y las estrategias tabulares, numéricas y gráficas usadas de manera independiente en la resolución de una ecuación diferencial.

También fue posible observar en los estudiantes algunas manifestaciones en las que conectaban de cierta forma los conceptos involucrados, dando inicio a una comprensión más elaborada en cada episodio, toda vez que se pasaba de un nivel al siguiente, lo que permite trazar en el modelo de comprensión un posible recorrido, a partir de las respuestas que satisfacían los descriptores y los procesos de *folding back* analizados, en función de las complementariedades de la acción y la expresión.

4. Conclusiones

El análisis de las respuestas de los estudiantes a la luz de las complementariedades de la acción y la expresión en la teoría de Pirie y Kieren, los descriptores propuestos para cada pregunta y el análisis retrospectivo de los experimentos de enseñanza, permitieron evidenciar cómo avanzaron los estudiantes en la comprensión sobre los conceptos razón de cambio, derivada, antiderivada y ecuación diferencial lineal de primer orden.

Por otro lado, se puso de manifiesto que la sinergia entre las complementariedades de la acción y la expresión de la teoría de Pirie y Kieren y los experimentos de enseñanza permiten analizar y describir los objetos matemáticos en cuestión, al evidenciar la transversalidad conceptual que puede ser descrita mientras el estudiante actúa y expresa, ya que consigue dar respuesta a la pregunta de investigación y a la consecución del objetivo planteado.

5. Referencias bibliográficas

- Molina, M., Castro, E., Molina, J., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 75-88.
- Nápoles Valdés, J. E., González, A., Brundo, J. M., Genes, F., & Basabilbaso, F. (2004). El enfoque histórico problémico en la enseñanza de la matemática para las ciencias técnicas: el caso de las ecuaciones diferenciales ordinarias. *Acta Scientiae*, 6, 41-59.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1994). Growth in the mathematical understanding how can we characterise it and how we represent it? *Educational Students in Mathematical*, 165-190.
- Pirie, S., & Thom, J. (2006). Looking at the complexity of two young children's understanding of number. *Journal of Mathematical Behavior*, v25 n3 p185-195 2006, 25(3), 185-195.
- Rasmussen, C. (2001). New directions equations differential a framework for interpreting student's understandings and difficulties. *Jornal Mathematical Behavior*, 55-87.
- Rasmussen, C., & Kwon, O. (2007). An inquiry-oriented approach to undergraduate mathematics. *Journal Mathematical Behavior*, 189-194.