

## **EL USO DE GRÁFICAS EN LA COMUNIDAD DE FÍSICOS: EL CASO DE UN INVESTIGADOR EN CIENCIAS**

**Astrid Marlene Morales Soto, Alba Gabriela Lara Medina**  
**Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

*Resumen: Presentamos un avance de una investigación en curso de un proyecto interno de la PUCV cuyo objetivo es colaborar con la formación de científicos desde el escenario de la enseñanza-aprendizaje de la matemática. Para ello, estudiamos a profesionales investigadores (científicos) de la disciplina de Física y Biología en su relación con los modelos y con la matemática. Estos investigadores conocen y manejan los modelos matemáticos propios de su disciplina, los cuales les permiten desarrollar su ciencia y a la vez brindar aquella “matemática” que necesita para enseñar su disciplina. Investigamos cómo es que usan la matemática, en su rol de profesores y en el de investigadores, de modo de determinar aquellos elementos comunes en las disciplinas en las cuales poner énfasis en los cursos iniciales de matemática de estas carreras. Hemos identificado a la gráfica como un elemento común e importante en ambas disciplinas. La investigación se desarrolla con un enfoque Socioepistemológico, y con una metodología cualitativa. Se reporta el caso del científico de Física y el rol de la gráfica en esta disciplina.*

Matemática escolar, modelos gráficos, gráficas, Socioepistemología

### **INTRODUCCIÓN**

Los avances sostenidos y crecientes en la ciencia, la innovación y la tecnología impactan fuertemente en las economías de los países y presionan sobre la formación en Ciencias. Ahora bien, una determinada comunidad profesional o científica tienen sus propios modos de análisis y de discusión, maneras de trabajar y de comunicarse. Por ejemplo, un biólogo y un administrador de empresas no solo comunican de diferente manera sus disciplinas, sino que además sus modos de pensar son también diferentes; la investigación muestra que esa manera incluye también el modo en que se piensa y se utiliza una disciplina que sea parte de su formación, como por ejemplo, la matemática.

La cuestión aquí es si acaso los cursos comunes de matemáticas, dictados para una pluralidad de disciplinas, podrían ser más sensibles a esa especificidad; ello no sólo por su rol de instrumento de cálculo en las diferentes disciplinas ni solo por la manera simbólica en que permite expresar y trabajar conocimiento. Aún más, la matemática podría ayudar a formar profesionales que podrían ponerse en sintonía con los requerimientos del uso en el desempeño profesional. Ello requiere de precisar cuál es la matemática que pone en juego esa disciplina, y qué rol juega en ella.

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

Nuestra investigación adopta la perspectiva teórica de la Socioepistemología, que resulta particularmente apropiada para el estudio y las propuestas de enseñanza, dada la consonancia entre sus supuestos epistemológicos y los propósitos del proyecto en cuanto a fines del aprendizaje y la importancia social e individual que ello comporta. Esta perspectiva

que pone el acento en el trabajo diferente que hacen de la matemática las distintas comunidades –científicas, en este caso–.

La Socioepistemología contextualiza, sitúa el problema del saber, considera el papel que escenarios institucionales desempeñan en la actividad (Cantoral y Farfán 2006). Ella enfatiza una concepción de la matemática como un conocimiento con significados propios que se construyen y reconstruyen en el contexto mismo de la actividad que realiza el hombre (Cantoral 2013). Tiene una mirada crítica al discurso matemático escolar (dME), entendido como la manifestación del conocimiento matemático normado por creencias de los actores del sistema didáctico acerca de lo que son la matemática y su enseñanza; y nos invita a realizar un *rediseño* del dME (Morales y Cordero 2014). Procura una matemática *funcional*, es decir, una que está incorporada orgánicamente al individuo, que sea un conocimiento que lo transforme y que transforme su realidad. Para ello se deben identificar los elementos que permitan desarrollar esa funcionalidad (Cordero 2006, 2014).

En lo que se refiere a las gráficas, hemos visto (Morales, Mena, Vera y Rivera 2010) que ellas toman un rol predictivo y que permiten generar argumentos que juegan un papel gravitante para lograr un modelo matemático. Asumimos como hipótesis que la argumentación gráfica genera conocimiento matemático, sabemos que la argumentación gráfica no se entiende como un concepto pero sí como un saber matemático por lo que requiere de cierto estatus en el dME, que hoy no lo tiene tan presente. Creemos necesario estudiar con mayor profundidad el uso de las gráficas por parte de los científicos, en las disciplinas ya mencionadas, cuando enseñan y cuando comunican sus ideas a sus pares. Desde esta postura es que se pretende dar evidencia que la argumentación gráfica habita en diferentes comunidades de conocimiento a nivel funcional, en nuestro caso la de Físicos y Biólogos. Aspecto que nos ayuda a tener en cuenta para los cursos iniciales de matemática en las carreras de licenciaturas de estas disciplinas.

### **ANTECEDENTES: FÍSICA Y GRÁFICAS**

Algunos artículos han evidenciado la importancia de las gráficas en la Física, declarando que, desde el punto de vista de esta disciplina, la gráfica cumple un papel fundamental y el que los estudiantes no comprendan su vinculación con los modelos físicos provoca dificultades (McDermott, Rosenquist, Van Zee, 1987; Hale, 2000; Laverty, Kortemeyer, 2012). En McDermott et al. (1987) se destaca la relevancia de las gráficas en el estudio de la física, señalando que es una de las habilidades más importantes a desarrollar. Estos autores además hacen un contraste respecto al uso de las gráficas durante la formación y en el trabajo académico futuro.

Lo anterior nos hace cuestionar respecto a por qué no son ampliamente utilizadas las gráficas en el ámbito escolar, ¿acaso se debe al discurso que el profesor mantiene durante sus clases?

Por su parte, Hale (2000) menciona que en las gráficas relacionadas con la cinemática, los estudiantes pueden comprender los conceptos pero no logran hacer conexiones entre los conceptos matemáticos con sus respectivas gráficas. Otro aspecto que esta autora destaca es el hecho de la relación entre el Cálculo Diferencial y la Física, en especial se refiere al

concepto tasa de cambio. El trabajo de Laverty y Kortmeyer (2012) hace referencia a que los estudiantes pueden ser muy eficientes al momento de trazar gráficas con funciones dadas o interpretar los valores de la misma, eso no significa que sean hábiles para construir gráficas e interactuar con ellas. Los autores también indican que la habilidad de trabajar con gráficas puede aprovecharse en el aula y más aún si además de interpretar se interactúa con ellas.

Los trabajos mencionados aún cuando se han realizado en lapsos de tiempo diferentes, dan evidencia que las gráficas han sido y siguen siendo importantes en el área de la Física, para entender fenómenos, modelos, etc. y que a pesar del paso del tiempo existen elementos que no se han logrado aprovechar en el aula, por ejemplo, conectar con mayor énfasis los conocimientos de cálculo a la física, promover la construcción de gráficas e interactuar con las mismas.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

La investigación tiene un enfoque cualitativo y el diseño de investigación escogido es el Estudio de Caso (Stake, 2007). Hemos focalizado la toma de información en cada científico en dos escenarios: a) en el ámbito de investigación: analizando artículos, material de difusión y entrevistas y b) en el ámbito de enseñanza: se ha revisado material de docencia como guías, pruebas y clases. En esta oportunidad reportamos una de las entrevistas realizadas a un doctor en Física de la PUCV, quien dicta clases a la carrera de licenciatura en Física de esta misma universidad. La elaboración de la entrevista fue llevada a cabo con el fin de situar al experto en los dos escenarios (a y b). La validación de la misma fue realizada por expertos en el área. Se adoptó el formato semi-estructurado para la entrevista, ya que nuestro interés fue el de explorar la postura del entrevistado. Las transcripciones de la entrevista recogen datos que nos permiten obtener información del rol de la gráfica asignado en la construcción del conocimiento científico relacionado a la física y de las experiencias personales del entrevistado en torno de este tema.

### Respecto a la entrevista

Las preguntas del  $M_1$  son enfocadas a la labor en el aula del académico físico (F) como profesor universitario. En este apartado se mostrará un pequeño extracto de algunas de las respuestas dadas al entrevistador (E) que evidencian el rol de las gráficas al momento de impartir clases.

E: ¿Encuentra alguna dificultad en las variables?

F: En qué es lo que tienen que graficar sí. Lo que pasa es que uno sabe lo que hay que graficar pero ellos no. Por ejemplo, la definición de pendiente, que es lo que les interesa a ustedes, pero aquí llegan con que, entonces toman una posición y la dividen por el tiempo y eso no es, y es difícil sacarles esto.

Nuestro entrevistado reconoce que existen dificultades relacionadas con las variables, es decir, coincide, con lo reportado por Hale (2000). Al preguntar cómo abordan dicha dificultad, menciona:

F: Lo que hacemos es que hagan todo, que calculen de las dos maneras y que vean que es distinto [...]. La idea es que ellos discutan [...] el profesor entra en la discusión una vez que ellos hayan discutido [...].

F: Les hacemos construir gráficos cualitativos [...] pedimos que construyan el gráfico posición vs. Tiempo, entonces aparentemente es difícil porque no es el típico gráfico de una parábola o línea recta. Les decimos ustedes ven el gráfico y grafican las variables, pero después tiene que afinar el ojo, tiene que hacer el gráfico pero ahora van viendo las pendientes. Entonces el mismo gráfico (posición vs tiempo) van viendo que pasa con las velocidades y eso es de un grado de abstracción un poquito más allá. Entonces una vez que llegan a entender el gráfico y además entender las pendientes que se comportan de tal manera realmente están aprendiendo a leer el gráfico y poder hacer el gráfico.

Llama la atención el hecho que mencione que las gráficas no son las típicas, y que para comprenderla se requiere reconocer otros elementos de la misma, como las pendientes. Ahora bien, del extracto anterior surgen las siguientes preguntas: ¿Qué entiende F por hacer (construir) una gráfica?, ¿A qué se debe que no existe una correcta interpretación de las variables en los estudiantes?, ¿Cómo el discurso matemático escolar afecta en ello?

### A MANERA DE CONCLUSIÓN

El estudio realizado mostró que el uso de las gráficas son parte del escenario de enseñanza y de investigación en el caso reportado y que desempeñan un rol trascendente en el trabajo disciplinar. La información obtenida a través de la entrevista realizada al académico físico nos dan evidencia que existen dificultades en los estudiantes relacionadas con las variables al momento de graficar. Por otra parte los antecedentes mencionados concuerdan con lo descrito por el académico en el sentido que reconoce que los estudiantes pueden comprender ciertos conceptos y sin embargo no implica que puedan relacionarlos con las gráficas, aspecto que debe ser considerado al momento de enseñar. Las gráficas aportan a comprender fenómenos propios de la disciplina y dar sentido a distintos conceptos (matemáticos, físicos, entre otros). El estudio de este caso nos aporta elementos que evidencian la necesidad de un diálogo y el de resignificar conocimiento matemático. Las gráficas deben cambiar de estatus y deben ser atendidas con mayor profundidad en clase para poder adquirir un conocimiento funcional de ellas y poder llevarlos a la disciplina que desarrollen los futuros licenciados tanto de física como de otra disciplina.

### Referencias

- Cantoral, R., Farfán, R. M., Lezama, J., Martínez, G. (2006). Socioepistemología y representación: algunos ejemplos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(4), 83-102. Número Especial.
- Cantoral, R. (2013). Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa: Estudios sobre construcción social del conocimiento. Barcelona, España. Editorial Gedisa.
- Cordero, F. (2006). La modellazione e la rappresentazione grafica nell'insegnamento-apprendimento della matematica. *La Matematica e la sua Didattica*, 20(1), 59-79.
- Cordero, F. (2016) Modelación, funcionalidad y multidisciplinareidad: el eslabón de la matemática y el cotidiano. En J. Arrieta y L. Díaz (Eds.). Investigaciones latinoamericanas de modelación de la matemática educativa. Barcelona. España: Editorial Gedisa.
- Morales, A., Mena, J., Vera, F., Rivera, R. (2012). El rol del tiempo en un proceso de modelación utilizando videos de experimentos físicos. *Enseñanza de las Ciencias*. 30(3), 237-25.

- Morales, A. y Cordero, F. (2014). La Graficación-Modelación y la Serie de Taylor. Una Socioepistemología del Cálculo. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17(3), 319-354.
- Hale, P. (2000). Kinematics and Graphs: Students' Difficulties and CBLs. Connecting Research to Teaching. 93(5), 414-418.
- Laverty, J., Kortemeyer, G. (2012). Function plot response: A scalable system for teaching kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 80(8), 724-733.
- McDermott, L. Rosenquits, M., Van Zee, E. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples for kinematic. *American Journal of Physics*, 55, 503-513.
- Stake, R. (2007). *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage Publications.