

EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO EN FARADAY Y SU CONTRIBUCIÓN A LA TEORÍA DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE MAXWELL

David Warren Ruíz Márquez
 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
 Campus Ciudad de México
dwarren@itesm.mx

Resumen

Como parte de una búsqueda acerca de la relación entre pensamiento matemático y visualización, este capítulo de la historia del electromagnetismo en su etapa de formalización dentro del pensamiento científico constituye una parte de una investigación de tipo filosófico que pretende tender un puente entre la epistemología de conceptos matemáticos y la enseñanza en escuelas de ingeniería. El estudio parte de la revisión de algunos aspectos de la filosofía de Ludwig Wittgenstein, filósofo que es considerado por autores como Paul Ernest un iniciador del constructivismo social en las matemáticas. La idea rectora de este trabajo es reformular una manera de ver el pensamiento matemático y su relación con la visualización de manera diferente a la basada en representaciones como en (Duval 1999) quien presenta parte del pensamiento matemático como procesamiento y conversión entre distintos modos de representación. Al revisar autores como (Kline 1972), que escribe sobre el pensamiento matemático a través de la historia, más bien parece una historia comentada de los conceptos matemáticos, salpicada con anécdotas de lo que hizo determinado matemático y el alcance de su trabajo, pero poco dice de las condiciones que rodeaban a tales acontecimientos. El ejemplo del trabajo de Gooding al analizar visualmente los procesos de descubrimiento de Faraday, marca una posible aplicación de una metodología similar para investigar el pensamiento matemático en los alumnos.

Introducción

La motivación para llevar a cabo este trabajo parte de mi interés en el uso de la tecnología, y en especial de la computadora, en la enseñanza de las matemáticas como apoyo a la visualización del espacio en 3d, así como la continuación de algunas de las ideas plasmadas en mi trabajo de tesis de maestría (Ruiz 1992). La revisión de trabajos como los de (Kaput 1999) y (Duval 1999) apoyados en las teorías representacionales semióticas y el uso de registros internos y externos no me atraen hacia un marco de referencia psicologista. Más bien me inclino hacia una fundamentación cercana a las teorías antropológicas del aprendizaje desarrolladas por (Lave 1988) y (Wenger 1998), además de su relación con la filosofía de Wittgenstein en cuanto al carácter contextual del conocimiento expresado en dos de sus principales obras (Wittgenstein 1958) y (Wittgenstein 1969).

El marco teórico

Ludwig Wittgenstein, en sus *Investigaciones Filosóficas* hace una crítica a la filosofía tradicional señalando que los problemas de la filosofía están ligados al mal uso del lenguaje, para lo cual propone una *Filosofía Analítica* como herramienta para analizar los problemas que plantea la filosofía, en especial, la teoría del conocimiento. Vemos en (Ernest 1998) una descripción de todas las interpretaciones que se han hecho de la contribución de Wittgenstein a la filosofía de las matemáticas: un finitista estricto, un antropologista, un convencionalista empedernido, un promotor de la anti-filosofía de las matemáticas. Para Wittgenstein la meta de la teoría del conocimiento es más bien una filosofía del lenguaje aplicada al lenguaje del conocimiento. El significado se extrae del uso que se hace de las palabras, ubicadas éstas en un *juego de lenguaje*

caracterizado por su conexión con una práctica social determinada denominada una *forma de vida*. El análisis de la actividad de Faraday establecido en los siguientes párrafos hace la distinción de que, a pesar de tener la idea generalizada de que Faraday realizó su trabajo en forma aislada, en realidad la comunicación a través de su diario y del correo demuestra que participaba de la forma de vida de sus colegas científicos de la época (J. B. Biot y Davy). Para Wittgenstein, la necesidad lógica y matemática surge de un acuerdo humano al seguir una regla estipulada por un juego de lenguaje.

El pensamiento en Faraday

El punto de vista proposicional del conocimiento trata a la teoría como un sistema de proposiciones lógicamente estructuradas, reconociendo sólo la parte del proceso de descubrimiento que puede ser accesado verbalmente y ordenado lógicamente (Gooding 1990).

Gooding analiza el trabajo de Faraday en el proceso de descubrimiento del primer motor eléctrico haciendo una recuperación de la contingencia como un elemento importante en el proceso de descubrimiento; la incertidumbre toma un papel importante en la primera fase del descubrimiento, y una vez que los procedimientos van siendo dominados, las habilidades que lo hicieron posible salen del campo visual de las prácticas de una comunidad.

Para mostrar los procedimientos seguidos por Faraday en la obtención de resultados, Gooding usa diagramas que ilustran conceptos, modelos, aparatos y resultados alcanzados en diferentes partes del proceso de descubrimiento:



y los procesos que son producto de la interacción de los dominios material y conceptual se representan por medio de una combinación de cuadrados y círculos:

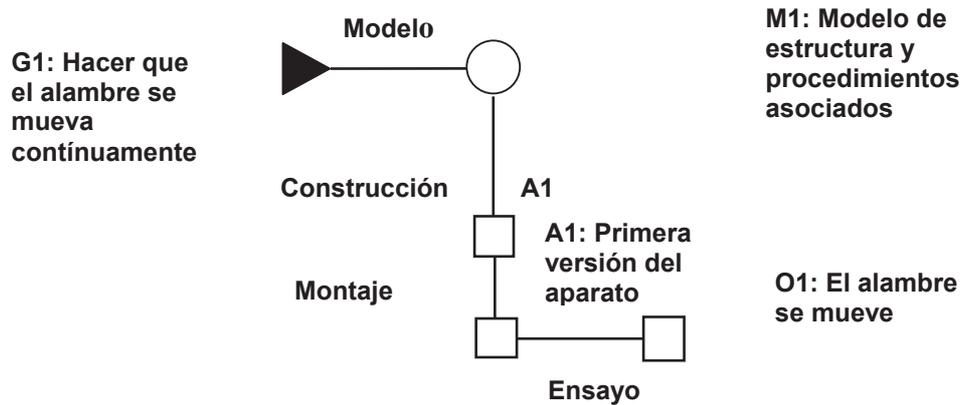


Cuando ocurren elecciones de una meta principal, usa un triángulo sólido, por ejemplo, al pasar de la búsqueda de evidencia para una hipótesis a la prueba de los métodos usados para obtener esa evidencia. Un triángulo abierto indica cambios de secuencias definidas por el triángulo sólido, como al cambiar de un método de producir un fenómeno a otro.



Las acciones se representan por líneas a las que se agrega el nombre del procedimiento.

Un ejemplo del uso de esta notación es el diagrama siguiente:



G_n denota una meta; A_n denota una estructura o una pieza de un aparato; O_n representa un resultado observado; M_n denota un constructo (modelo)

La orientación de las líneas indica, si son horizontales, que las acciones que se llevan a cabo producen un cambio en el conocimiento, mientras que las verticales, indican que no hay avance durante esas acciones. Si las líneas están a 45° se representa adquisición como destreza manual, el ajuste de aparatos o la reconsideración de los elementos del modelo.

Este aparato visual que Gooding emplea para analizar el pensamiento y la acción de Faraday en su proceso de descubrimiento descansa en un marco filosófico de la ciencia que considera las contingencias de un proceso a veces fallido y la mayoría de las veces exitoso, plantea para mí un reto en la consideración de la enseñanza de las matemáticas en los siguientes términos:

- Las matemáticas que enseñamos ya lógicamente estructuradas no consideran nuestros propios procesos de aprendizaje como profesores, sino que siguen el curso del planteamiento del autor de cierto libro de texto
- La evaluación se hace únicamente sobre los resultados exitosos, ignorando los procesos y las contingencias surgidas durante los mismos

- Podemos considerar análogamente que el proceso de aprendizaje del alumno es también un proceso creativo y de descubrimiento y analizar los modelos que emplea para llegar a un resultado

En este marco, podemos comenzar a considerar posiciones acerca del aprendizaje como la señalada en (Chaiklin 1993): “El aprendizaje es medido tradicionalmente sobre la suposición de que es una posesión de individuos que se encuentra dentro de sus cabezas. Pero más bien se encuentra en las relaciones entre la gente. El aprendizaje está en las condiciones que reúnen a la gente y organizan un punto de contacto que permita tomar relevancia para particulares piezas de información; sin el punto de contacto, sin el sistema de relevancias no hay aprendizaje y hay poca memoria”. Esta concepción comulga con la posición wittgensteniana acerca de la no existencia del lenguaje privado y es la que probablemente ha contribuido a etiquetarlo como conductista. Si a lo único a lo que tenemos acceso es a manifestaciones exteriores del conocimiento, entonces cuestiones como *pensamiento matemático* ó *visualización* tendrían que ser reformulados en términos diferentes a los de “representaciones” y “procesos mentales”. Una posible alternativa es la construcción de modelos que consideren la práctica en contexto, como el ejemplo visto en Gooding y el análisis del lenguaje, no sólo verbal, sino gestual, corporal, etc., en la evaluación de un aprendizaje menos individualista y más social. La visualización tendría entonces una connotación de alcance social: La imagen que proyecto en una computadora, que para mí es un paraboloide hiperbólico y que para algunos de mis alumnos es un sombrero de mariachi y para otros una trompeta no tiene el efecto de ser la imagen que quería comunicar. Es necesario construir su significado junto con ellos a través de un juego de lenguaje apropiado, y no imponiendo una definición. Entonces, como en el caso de Faraday, los alumnos irán creando modelos que fallen en los primeros intentos pero que se irán refinando en la práctica, a través de un proceso de maduración que parte de la incertidumbre y a la cual castigamos en nuestros exámenes tradicionales.

Conclusión

Este artículo constituye una contribución a un trabajo de más largo alcance en la búsqueda de elementos que ayuden a desenmarañar la problemática de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en comunidades en contextos cada vez más complejos debido a la cantidad de información accesible y la carencia de métodos para manejarla. La idea de que la solución no está en los problemas individuales que cada alumno tiene para aprender matemáticas sino que tiene que ver con una comunidad en la que están además los maestros, el entorno y otras categorías sociales hace que la búsqueda de los estudios se enfoque cada vez mas al contexto y menos al individuo.

Referencias

- Chaiklin, S. L., Jean, Ed. (1993). *Understanding Practice. Perspectives on activity and context.* Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives, Cambridge University Press.
- Duval, R. (1999). *Representation, Vision and Visualization: Cognitive functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning.* North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Cuernavaca, Morelos, ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.

- Ernest, P. (1998). *Social Constructivism as a Philosophy of Mathematics*, State University of New York Press.
- Gooding, D. (1990). *Mapping Experiment as Learning Process: How the first Electromagnetic Motor was invented*. 4S/EASST Conference, Amsterdam, Sage Publications, Inc.
- Kaput, J. J. (1999). *On the developement of human representational competence from an evolutionary point of view: from episodic to virtual culture*. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Cuernavaca, Morelos, ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education.
- Kline, M. (1972). *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días*, Alianza Editorial.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice*, Cambridge University Press.
- Ruiz, D. W. (1992). Una introducción a las ecuaciones de Maxwell. Su génesis y la enseñanza actual de la teoría electromagnética en las escuelas de ingeniería. México, D.F., CINVESTAV-IPN: 104.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, Meaning and Identity*, Cambridge University Press. Libro acerca de la concepción del aprendizaje a través de la práctica en comunidades en donde el significado se negocia.
- Wittgenstein, L. (1958). *Investigaciones Filosóficas*, Instituto de Investigaciones Filosóficas UNAM/CRITICA.
- Wittgenstein, L. (1969). *Sobre la Certeza*, Gedisa editorial.