

## ¿QUÉ ES MATEMÁTICA EDUCATIVA?

Mtro. Natividad Nieto Saldaña, Mtro. Juan de Dios Viramontes Miranda y Mtro. Francisco López Hernández

### Resumen

La Matemática Educativa (ME) es una disciplina relativamente joven, y esta denominación suele causar confusión sobre su tema; da la impresión de ser un tipo especial de matemática, como es el caso de las matemáticas aplicadas o las discretas o las finitas, lo cual es erróneo ya que la problemática en que ésta trata de incidir es aquella relacionada con la matemática escolar, que no es la misma de la que se ocupan los matemáticos profesionales, ya que ésta sufre ciertas modificaciones para ser incorporada a los planes y programas de estudio de los diferentes niveles del sistema educativo. La mayoría de las actividades de la ME están relacionadas con la problemática que se presenta en el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas. La denominación varía de acuerdo a las diferentes regiones geográficas ya que en Europa se denomina Didáctica de las Matemáticas, para los de habla inglesa Mathematics Education y Educación Matemática en varios países de habla hispana.

### Principios

Aunque la preocupación por la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas surge casi en el mismo momento en el que la matemática arriba a los sistemas escolares, es hasta finales del siglo XVIII que se crean los primeros programas de formación de profesores, los cuales se ocupaban sobre todo en metodologías centradas más en la enseñanza que en el aprendizaje.<sup>1</sup>

### Las “Matemáticas Modernas” en el sistema educativo

En las décadas de los sesentas y setentas surge un movimiento muy violento de cambios en los programas de estudio y por supuesto los mayores ocurren en las matemáticas de los diferentes niveles educativos motivados sobretodo por el éxito de los soviéticos en el lanzamiento del primer Sputnik, y el temor de los

norteamericanos a quedarse rezagados en la carrera espacial, llegando a la conclusión de que el rezago se debía al mal desempeño de sus estudiantes en el área de las ciencias, lo cual originó la reforma de la que se ocuparon matemáticos profesionales, apoyados más en sus creencias que en el conocimiento de teorías relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas y de esta forma hicieron su arribo al sistema educativo estadounidense las llamadas matemáticas modernas, lo que desencadenó una serie de reformas en todos los países incluyendo el nuestro.

En los setentas y ochentas aparecen los críticos más agudos de las matemáticas modernas en el sistema escolar entre los que destacó el matemático estadounidense Morris Kline autor del libro “El fracaso de la Matemática Moderna”. Porqué Juanito no sabe sumar, en el cual se exhibe a la “matemática moderna” como disfuncional, ya que con ella los

<sup>1</sup> Departamento de C. Básicas Exactas. Instituto de Ingeniería y Tecnología. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

estudiantes no logran resolver problemas elementales de la cotidianidad.

Como consecuencia de la incursión y el fracaso de las matemáticas modernas en la escuela, originó que se formaran grupos de personas interesadas en reflexionar más sobre esta problemática y a la vez esto dio como resultado que se difundiera y se hiciera investigación sobre el tema, aunque las organizaciones tales como el ICMI (Internacional comisión de instrucción mathematics), surgieran desde 1908 de la cual el primer presidente lo fue el notable matemático Felix Klein.

### **La Matemática Educativa en México**

Cabe hacer notar que la visión comprometida de los doctores en matemáticas Carlos Imaz Yanke y Eugenio Filloy Yague del departamento de matemáticas del CINVESTAV-IPN, fueron los iniciadores del movimiento de la Matemática Educativa en México quienes delinearon el proyecto como consecuencia del encargo de la SEP de formar una comisión para escribir los libros de texto gratuito de la educación básica, logrando éstos una articulación con las organizaciones internacionales involucradas en la misma problemática.

Uno de los logros más relevantes para el desarrollo de la Matemática educativa en México, lo constituyó la creación de la sección de Matemática educativa en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, ofreciendo un programa de maestría que posteriormente en convenio con la SEP y algunas universidades y tecnológicos del País lo difundieron y ofrecieron a lo largo y ancho de la república, logrando graduar un número muy considerable de maestros en ciencias con especialidad en Matemática Educativa.

Con el paso del tiempo la sección pasó a ser el departamento de Matemática

Educativa del CINVESTAV, donde además de hacer investigación en el área se ofrecen programas de maestría y doctorado en Matemática Educativa.

### **La Práctica Docente Tradicional**

Por la forma en que se procede en el aula parece ser que los profesores de matemáticas fundamentalmente se apoyan en dos creencias:

a).-Lo que son las matemáticas.

Por la práctica docente observada evidencian que creen que las matemáticas escolares son un cuerpo de conocimientos bien estructurados en los que hay conceptos, objetos, definiciones, teoremas y axiomas, que los estudiantes deben de aprender esperando que se presente alguna ocasión para ser utilizados.(G. Brousseau)

Lo anterior tiene como consecuencia que en muchos casos se practiquen rutinas de problemas desconectados de la realidad de los estudiantes, además de que no proporcionan desarrollo intelectual alguno. Los más claros ejemplos lo constituyen las tediosas prácticas para el cálculo de primitivas y derivadas en los cursos de cálculo diferencial, donde los estudiantes arriban a resultados que carecen de significado para ellos.

b).- Como se aprende matemáticas.

La mayoría de los profesores realizan su práctica docente ofreciendo discursos en los que los estudiantes deben desmontar los conceptos matemáticos contenidos en ellos, también suelen demostrar que saben resolver algunos problemas haciendo desarrollos algorítmicos o demostraciones en el pizarrón y con esto suponen que los estudiantes están aprendiendo matemáticas.

En muchos casos los profesores creen que el conocimiento matemático

puede ser transmitido de la persona que lo ostenta y lo tiene a disposición de la que lo requiere como si éste pudiera ser inyectado como suele ocurrir con algún medicamento.

### **Perspectivas Teóricas**

Como consecuencia de lo anterior y tratando de resolver la problemática que presentan las matemáticas para su aprendizaje, surgen grupos de personas que la investigan y entre otras cosas se llega a la conclusión de que el proceso enseñanza aprendizaje pareciera mostrar que la actividad de aprender y la de enseñar es una sola. Actualmente el aprendizaje se concibe como una actividad que corresponde al estudiante y la enseñanza será otra que corresponde al profesor, entendiendo que éste debe conducir ambas diseñando estrategias que propicien el aprendizaje mediante la actividad intelectual de orden superior en el estudiante.

### **Teoría de las Situaciones Didácticas**

Una de las teorías que se han desarrollado en la matemática educativa lo constituye la *Teoría de las Situaciones Didácticas* producto de la escuela francesa encabezada por Guy Brousseau, que esencialmente sostiene que el estudiante aprende matemáticas mediante la conducción de actividades diseñadas en un medio en el que se propone resolver una situación problemática para la que de inicio se tiene una estrategia base de solución que generalmente falla y de preferencia se pretende que el mismo medio comunique al estudiante que es necesario cambiarla lo que genera en él una nueva estrategia que lo adapta al medio.

Un magnífico ejemplo de situación didáctica lo constituye un problema propuesto por Brousseau, para el estudio de la proporcionalidad, el cual consiste en

proponer a equipos de seis estudiantes cada uno, diseñar un rompecabezas de tamaño diferente a otro que previamente se les proporcionó y que consta de seis piezas, y cada alumno construirá una, con la condición de que uno de los lados de una de éstas que mide cuatro cm., en el nuevo rompecabezas que debe conservar las formas mida siete cm.

Una estrategia de base que es frecuente entre los estudiantes a los que se les aplicó esta situación, consiste en aumentar tres cm a cada lado y al momento de tratar de armar el nuevo rompecabezas y ver que no encajan las piezas, se produce un desequilibrio, llegando a la conclusión de que deben cambiar de estrategia, y algo relevante de la situación didáctica es que el mismo medio que es el trabajo en equipo para la solución del problema, les da la repuesta para que ellos modifiquen su postura respecto a la solución.

Además de la teoría anterior se citan algunas que han proliferado en el ámbito de la educación matemática tales como:

### **Teoría de las Representaciones Semióticas**

Para tener acceso al conocimiento matemático es necesario que los objetos sean representados de diferentes formas, según Raymond Duval creador de esta teoría.

Los objetos matemáticos tienen diferentes registros de representación, tales como: Gráfico o geométrico, numérico, analítico o algebraico, pictórico, lenguaje natural, entre los cuales puede ocurrir la actividad llamada tratamiento, cuando se transita con algunas acciones en el mismo registro, o la conversión cuando las acciones logran que el aprendiz navegue de manera congruente entre varios registros de representación.

Es común que se confunda al objeto matemático con su representante, lo cual suele ocurrir cuando no se da la aprehensión conceptual del mismo.

### **La Etnomatemática.**

Ubiratan D'Ámbrosio educador matemático brasileño es el principal expositor de esta teoría que basa el estudio de los problemas matemáticos, símbolos, jergas, mitologías y modelos de razonamiento, practicados por grupos culturales identificados, tales como sociedades nacionales indígenas, grupos sindicales, niños de la calle o de cierto rango de edad, sectores profesionales, etc. Lo que implica considerar que hay etnomatemática para albañiles, niños de la calle, la de los matemáticos profesionales.

### **El enfoque APOE. (Acciones, Procesos, Objetos y Esquemas).**

Partiendo de las ideas y enfoques de Piaget el grupo de investigadores RUMEC, (Research in Undergraduate Mathematics Education), encabezado por Ed Dubinsky, propone esta teoría que sostiene que el conocimiento matemático de un individuo es su tendencia a dar respuestas a problemas matemáticos por reflexión sobre los mismos en un contexto social. Estas soluciones se alcanzan mediante la construcción o reconstrucción de acciones, procesos y objetos organizados en esquemas. Este grupo afirma que el entendimiento matemático de un concepto, inicia con la manipulación de un objeto físico o mental que genera acciones, de tal forma que la repetición de las manipulaciones permite que las acciones sean interiorizadas para formar procesos los cuales a su vez son encapsulados para formar objetos y finalmente todo esto es organizado en esquemas.

### **El Enfoque Ontosemiótico de la Instrucción y cognición Matemática**

Esta propuesta del educador matemático español Juan Díaz Godino, intenta ser una síntesis de varios paradigmas y hace uso de algunos términos y categorías conceptuales de ciencias como la antropología cognitiva, la ecología conceptual y la semiótica dando prioridad al análisis ontológico, epistemológico y semiótico de los conceptos. Define función semiótica en analogía al concepto de función en matemáticas, en la que se da una correspondencia entre conjuntos, en este caso de signos y significados.

### **Teoría antropológica de la didáctica**

Su creador Yves Chevallard, entre otras cosas de su teoría considera la existencia de lo que él denomina *Obstáculo Epistemológico y Transposición Didáctica*.

Considera la existencia de obstáculos epistemológicos para el aprendizaje de conceptos matemáticos, debido a la naturaleza de éstos o por la forma en que fueron concebidos con anterioridad. Límites, el infinito, las fracciones son algunos ejemplos de algunos conceptos que representan dificultades para su aprendizaje debido a la naturaleza de éstos. Otro caso lo constituyen aquellos conceptos que fueron tratados en algún nivel educativo previo, por ejemplo, la variación lineal es tratada en los niveles educativos básicos y cuando se intenta resolver problemas que involucran variación no lineal se presentan resistencias a su entendimiento. Otro ejemplo de obstáculo lo constituye el caso en el que a un grupo de estudiantes se les encomienda realizar prácticas de medición y suma de ángulos internos en diferentes triángulos y quedan tan convencidos de que la suma de los ángulos internos es de 180 grados que cuando se les trata de involucrar en la demostración, ya no están

dispuestos a realizarla por considerarla innecesaria.

Se puede concluir que el obstáculo se presenta no por no saber algo de antemano, sino por saberlo y haberlo concebido de cierta forma.

### **La transposición didáctica**

Es otra de las concepciones de Chevallard contenidas en su teoría, la cual sostiene que el saber sabio (en este caso las matemáticas de los profesionales) sufre modificaciones para transformarse en saber a enseñar (las matemáticas escolares) y de esta forma se incorpora a los programas educativos escolares.

### **Teoría de los campos conceptuales**

Esta teoría toma como premisa que el conocimiento se organiza en campos conceptuales, y el dominio de éste por parte del sujeto, suele ocurrir en períodos temporales relativamente extensos en los que se pone en juego, la experiencia, madurez y aprendizaje. Una colección de problemas de diferente tipo, situaciones, conceptos, estructuras, relaciones, contenidos y operaciones mentales, conectados unos a otros es lo que Gérard Vergnaud, concibe como campo conceptual.

La teoría de los campos conceptuales considera que la sucesión del desarrollo cognitivo es la conceptualización, para lo cual se deben considerar los aspectos conceptuales de los esquemas.

### **Las Nuevas Tecnologías en la Educación Matemática**

El arribo de las nuevas tecnologías sobre todo la calculadora y la computadora cada día tienen más aceptación como herramientas en el diseño de funciones de enseñanza de las matemáticas, a pesar de que en el inicio eran rechazadas como

ocurrió cuando aparecieron otros desarrollos tecnológicos como la imprenta, el papel ó el bolígrafo.

Para que las nuevas tecnologías tengan más aceptación en el ámbito académico ha sido necesario mostrar el uso racional de ellas diseñando archivos que propicien actividad mental en los estudiantes y no sean una mera herramienta para hacer cálculos; sin embargo aún en la actualidad hay investigadores que sostienen que las nuevas tecnologías se han legitimado en todos los ámbitos menos en la escuela.

La matemática Educativa finalmente ha logrado que algunos desarrolladores de software en conjunción con educadores matemáticos se hayan abocado a producir software educativo con el propósito principal de ser utilizado para desarrollar actividades que produzcan aprendizaje y desarrollen el pensamiento matemático, mediante archivos con los que interactúen para explorar, conjeturar y finalmente sacar algunas conclusiones, que aunque sean pruebas o demostraciones empíricas ayudan a que las conclusiones formales sean más accesibles, significativas y posibles de lograr.

En nuestra institución ha proliferado el uso del software CABRI II PLUS creado por franceses (J. M. Laborde) que inicialmente se pensó para desarrollar actividades de geometría dinámica; sin embargo al paso del tiempo han encontrado múltiples aplicaciones al cálculo, álgebra lineal, análisis vectorial y otras asignaturas en las que se desarrollan archivos que al ser acompañados por una buena didáctica, se logran resultados satisfactorios. Cabe aclarar que el software por si mismo no es capaz de lograr aprendizajes de conceptos matemáticos si no es utilizado de forma racional y acompañado de actividades didácticas que

produzcan reflexiones significativas en los estudiantes.

Aún algunos problemas rutinarios que luego son menospreciados por no exigir esfuerzo mental en el alumno, al ser presentados y acompañados por situaciones y archivos elaborados con cierta imaginación resultan ser de gran utilidad en el desarrollo de pensamiento matemático que finalmente producen algún aprendizaje.

### **Bibliografía**

Kline, M. 1976. *El fracaso de la matemática moderna*. España: Siglo XXI.

Piaget, J et al. 1980. *La enseñanza de las Matemáticas Modernas*. España: Alianza Universidad.

Chamorro, M. 2003. *Didáctica de las Matemáticas*. España: Pearson Educación.

Trouche. L. 2005. *An Instrumental approach to mathematics learning in symbolic calculators enviroments*. USA: Springer.

Lagrange J-P. 2005. *Using symbolics Calculator to study Mathematics*. USA: Springer.

Hitt, F. 1998. *Didáctica*. España: Grupo Editorial Iberoamérica. 1998.



**Heidelberg Schloss. Foto CULCyT.**