

d e b a t e

Las matemáticas en la escuela secundaria

Eduardo Mancera Martínez

Introducción

Existen muchos problemas que afectan la enseñanza de las matemáticas en la escuela secundaria, algunos de ellos se han convertido en "lugares comunes", debido a que no se han resuelto satisfactoriamente o simplemente no se les ha encontrado alguna solución; pero hay otros problemas de los que poco se habla, a pesar de la importancia que pueden tener. Uno de éstos se refiere al tipo de matemáticas introducidas en la enseñanza.

En las siguientes líneas se expondrán de manera sucinta algunas reflexiones sobre las concepciones que se han generado en la escuela, en torno a las matemáticas y la importancia de examinarlas detenidamente en los intentos para mejorar la enseñanza.

La clase de matemáticas

Algunos estudiantes rechazan el estudio de las matemáticas por considerarlas áridas y sumamente abstractas. Queda preguntar si las matemáticas escolares, específicamente las de la escuela secundaria, corresponden a esta descripción.

De ser así, conviene plantear la posibilidad de encontrar una alternativa que modifique positivamente las creencias de los estudiantes y los motive para estudiarlas.

En una situación extrema la clase de matemáticas es un espacio donde se "transmite información", el alumno permanece pasivo durante toda la clase, guardando silencio, tal vez para no romper el nivel de concentración adquirido por su maestro o compañeros. Cuando el maestro no hace uso de la palabra, sólo el gis puede romper la quietud cuando deja parte de sí en el pizarrón guiado por la mano de alguno de los protagonistas del curso.

El maestro escribe en el pizarrón símbolos, que al parecer nada tienen que ver con la realidad circundante. El alumno adquiere una pose de meditación y escribe lo que se indica o considera importante, pero también lo interpreta a su modo.

¿Qué seguridad hay de que el mensaje emitido sea recibido sin distorsiones?, ¿basta la palabra o el mensaje escrito para acceder al conocimiento?, ¿es conveniente la pasividad del estudiante?, ¿cómo podemos saber si el estudiante está interesado en la discusión de la clase?

Se enseña un poco de aritmética, estadística y geometría, de manera aislada, parcelando el conocimiento. Existe la creencia implícita de que el alumno puede integrar todo lo que se le presenta en clase, sin problemas. Además, se espera también que logre apreciar la belleza y el poder de las matemáticas, a partir de la información que se le proporciona.

¿Las matemáticas son una suma de conocimientos aislados o aparentemente independientes?, ¿es posible que a partir de partes aisladas se pueda integrar fácilmente dicho conocimiento?, ¿basta recibir información sobre temas aislados para apreciar la belleza inherente a los procesos o resultados matemáticos?

El maestro, independientemente de su historial académico, pudo haber sido formado bajo una situación similar a la descrita con anterioridad. Cuando realiza su práctica docente reproduce también los usos y costumbres adquiridos cuando era estudiante. Se convierte entonces en un reproductor de las mismas creencias y en promotor de una concepción de las matemáticas, en la cual quedan definidas las formas de acercamiento al campo de conocimiento y los papeles que juegan los protagonistas del contrato didáctico que se establece en el aula.

Matemáticas ¿para qué?

Antes de continuar con esta línea de exposición, conviene en este momento hacer una reflexión básica: se considera, sin discusión, que las matemáticas deben estar incorporadas al currículo del nivel medio básico; sin embargo, esto no está claro. En efecto, hay quienes afirman que los alumnos aprenden matemáticas a pesar de la escuela, lo cual se logra porque

la vida cotidiana requiere de ellas; esto ha conducido a elaborar propuestas para desescolarizar las matemáticas, por lo menos en los primeros grados de la educación básica. Otros piensan que los conocimientos básicos en la escuela deben referirse a la lengua materna y las matemáticas. Algunos, pronostican desastres en el desarrollo científico y tecnológico si no se le da la importancia extrema a las matemáticas.

Se dice que las matemáticas son una muestra clara de precisión y claridad. Es un campo de conocimiento con bases sólidas e inquebrantables; no obstante, la historia de las matemáticas muestra lo contrario, sobre todo el presente siglo ha sido testigo de una crisis en los fundamentos de la matemática, la cual analizó extensamente Morris Kline (1985) en su libro sobre la pérdida de la certeza matemática.



Foto: Ricardo Domínguez

Una de las creencias más extendidas y que ha estado presente constantemente en las discusiones sobre el currículo de la educación básica, es la suposición de que las matemáticas ayudan a mejorar o corregir el razonamiento de los individuos. Esta creencia no es reciente. Como lo muestra George A. Stanic (1986) encontramos vestigios de esa idea en obras como la *República* de Platón, en la cual se menciona: Aquellos que por naturaleza son buenos en los cálculos son, como se puede decir, agudos en cualquier otro campo, y...aquellos que son lentos en ellos, si son educados e instruidos en este estudio, pueden mejorar y ser más agudos de lo que eran.

Hay una metáfora muy utilizada para expresar lo anterior: el cerebro es como un músculo que si no se ejercita se puede atrofiar. Esta metáfora no sólo se aplicaba a las matemáticas sino también a ciertos lenguajes (griego y latín) y a las ciencias naturales, lo cual dio origen a las llamadas *disciplinas mentales*.

La creencia de que las matemáticas proporcionan una facultad especial a los individuos y los acerca a la perfección intelectual ha sido tema de discusión frecuentemente. ¿Quién duda de que en las ciencias sociales o las naturales se favorezca el desarrollo del pensamiento lógico? Aceptar que las matemáticas son el único campo del conocimiento que desarrolla nuestras capacidades intelectuales es un absurdo, sin mencionar lo pretencioso del asunto.

¿Dónde están entonces las bondades de estudiar matemáticas?, ¿qué cualidades tienen para continuar en el currículo de la escuela básica? Las respuestas están en algunas características de las matemáticas que apenas se han incorporado a las discusiones sobre el desarrollo curricular.

El National Council Teachers of Mathematics (NCTM)¹ elaboró un documento en 1986 el cual se piensa utilizar como un medio para mejorar la enseñanza de las matemáticas en Estados Unidos. Dicho documento se elaboró en 1986; en los dos años siguientes se organizaron cuatro grupos de trabajo, constituidos por maestros, investigadores, formadores de maestros y matemáticos profesionales (NCTM; 1989). Llama la atención que en dicho documento se presenta a las matemáticas haciendo énfasis en la solución de problemas, en el sentido de que por medio de esta actividad se puede fomentar la indagación y comprensión del contenido matemático, relacionarla con la vida diaria, desarrollar estrategias para enfrentar diversas situaciones, adquirir confianza en el uso de las matemáticas y darle mayor significado para el estudiante.

También se habla de las matemáticas como una forma de comunicación, en tanto que se puede relacionar con el uso de materiales, figuras y diagramas. Por otra parte se van incorporando al lenguaje cotidiano algunos elementos del discurso matemático, para aclarar ideas y analizar diversas situaciones. Se les reconoce también como una forma de razonamiento, para lo cual se menciona la obtención de conclusiones lógicas, pero se incluye la justificación de respuestas o procesos relativos a problemas, y el uso de patrones y relaciones para analizar diferentes situaciones. Además, se muestran como una forma de establecer conexiones con la

¹ National Council Teachers of Mathematics. Organización que agrupa a gran parte de los investigadores y profesores dedicados a la Educación Matemática en EUA.

vida diaria, lo cual permite contar con diversas representaciones de los conceptos matemáticos, reconocer relaciones entre diversas ramas del conocimiento y usar las matemáticas en otras áreas del currículo.

Como se puede observar, la perspectiva que se presenta en dicho documento es más abierta y menos pretenciosa, permite conocer diversos aspectos formativos potenciales en el estudio de las matemáticas. Este planteamiento no es casual o característico de un solo país. En efecto, la International Commission on Mathematical Instruction (ICMI)² publicó en 1986 un estudio internacional sobre las matemáticas escolares de los noventa (ICMI, 1986). En él participaron, incluyendo a México, representantes de catorce países. Las inquietudes presentes en dicho documento reflejan la necesidad de cambiar la imagen que se tiene de las matemáticas y modificar su enseñanza.

Se hace patente la necesidad de transformar el papel de las matemáticas en la enseñanza básica, lo cual obligaría a la creación de nuevos estilos de enseñanza que impliquen acercamientos desde diferentes perspectivas al conocimiento matemático y la búsqueda de la significatividad de éste para el alumno.

Las matemáticas de las aulas

En efecto, se ha incorporado en las aulas una matemática que busca refinamientos del razonamiento lógico, la



Foto: Ricardo Domínguez

precisión del lenguaje, el alejamiento de la problemática cotidiana o cercana del estudiante, a pesar de que por lo general se expresa lo contrario.

La formalización del conocimiento matemático requiere de niveles de abstracción crecientes, el uso de las convenciones propias de la lógica formal y de notaciones muy precisas; aparentemente si la enseñanza conserva estos rasgos, estará libre de ambigüedades y el conocimiento matemático será más sólido. No obstante, Einstein dio una señal de alerta: en la medida que se refieren a la realidad, las leyes de las matemáticas no son ciertas y en la medida que son ciertas, no se refieren a la realidad.

En contraste con lo anterior, la enseñanza requiere acercar al estudiante al conocimiento matemático, realizando procesos de generalización en forma gradual, partiendo de situaciones con-

² International Commission on Mathematical Instruction, organismo afiliado a la máxima organización de matemáticos a nivel mundial, la International Mathematical Union, y que organiza los congresos internacionales de educación matemática.

cretas para abandonarlas posteriormente cuando se está en posibilidades de reconocer el concepto desligado de las situaciones que le dieron origen. Los razonamientos no son exclusivamente deductivos, se debe proceder heurísticamente, la inducción y la analogía juegan un papel fundamental, como se hace en la creación matemática. La enseñanza requiere de argumentos convincentes, los cuales se elaboran con tablas de datos numéricos, con diagramas, con ejemplos, entre una infinidad de recursos informales.

Es necesario reconocer que enseñar matemáticas es una actividad diferente de *hacer* matemáticas. Esto fue planteado por Hans Freudenthal de la siguiente forma:

los problemas matemáticos son problemas dentro de una ciencia, que surgen en gran medida de esta misma ciencia o de otras ciencias. Los problemas de educación son problemas de la vida, que surgen de necesidades variables, modos y caprichos de una sociedad en transformación (Freudenthal, 1981).

No basta un dominio de lo que se enseña para un buen desempeño en la docencia, todos los maestros lo intuimos así. Sin embargo, las elaboraciones en clase y lo que se presenta en los libros de texto remiten a poner énfasis en el acercamiento a los aspectos formales o abstractos de las matemáticas.

El papel del maestro está más cercano a la creación o la creatividad del matemático que a la formalización matemática. Es crucial su participación en la elección de ejemplos claves, de situaciones de aprendizaje, del discurso convincente, de la adecuación de los contenidos a las posibilidades de sus alumnos, de motivarlos y comprometerlos en el desarrollo

de sus propias estrategias e interpretaciones de los conceptos.

Las matemáticas que se manejan en las aulas no deben corresponder a esquemas prefijos. Son dinámicas, no pueden desarrollarse siempre de la misma forma, cada grupo, cada alumno tiene que acercarse al conocimiento de manera diferente, las recetas generales no sirven. Por ello la concepción de que son las misma en todas partes y para todos, es válida desde la consideración de las matemáticas formalizadas, pero no es aplicable a la enseñanza.

Influencia de las concepciones en la enseñanza de las matemáticas

Las concepciones sobre las matemáticas, que generan maestros y alumnos, pueden ser definitivas en el logro que obtengan los estudiantes durante su estancia en la escuela. Alba González Thompson (1984) muestra la influencia de la concepción que se tiene de las matemáticas en la práctica instruccional, en sus propias palabras: la consistencia observada entre las concepciones sobre las matemáticas profesadas por los maestros y la manera en que presentan el contenido, sugiere fuertemente que la visión, creencias y preferencias acerca de las matemáticas tienen influencias en la práctica instruccional.

Consideremos, del estudio de Alba G. Thompson, algunas concepciones sobre la matemática y la concepción asociada a la enseñanza de la misma:

a) Las matemáticas son sistemas organizados y lógicos de símbolos y procedimientos que explican ideas presentes en el mundo físico. Son una creación humana, pero las ideas matemáticas existen independientemente de la habi-

lidad humana para descubrirlas. Son misteriosas, el amplio alcance y lo abstracto de algunos de sus conceptos hace imposible la comprensión total de ellas.

El maestro debe establecer y mantener una atmósfera de orden, respeto y cortesía. Su papel consiste en presentar el contenido en forma clara, lógica y concisa. Es su responsabilidad dirigir y controlar la enseñanza, para ello debe tener un plan claro. El papel de los estudiantes es asimilar el contenido, esto es, deben ver las relaciones entre los nuevos temas y los ya estudiados, la mejor manera de aprender consiste en atender las explicaciones del maestro y responder las preguntas que se planteen. Los estudiantes no deberían estar satisfechos con reproducir los procedimientos matemáticos, deben buscar la lógica subyacente a dichos procedimientos.

b) El propósito primario de las ma-

temáticas es servir de herramienta para la ciencia y otros campos del conocimiento humano. Excepto en estadística, las conclusiones y resultados de otras ramas de las matemáticas son ciertas. La validez de las conclusiones y proposiciones matemáticas se establecen por el método axiomático.

El maestro debe crear y mantener una atmósfera abierta e informal para propiciar que sus estudiantes planteen preguntas libremente y expresen sus ideas. Debe ser receptivo a las sugerencias o ideas de los alumnos y aprovecharlas en clase. Debe propiciar la búsqueda de conjeturas para que los estudiantes por sí mismos descubran la razón de las cosas más que encuentren una solución o una respuesta. Debe apelar a la intuición y la experiencia de los estudiantes cuando presenta el contenido, con el objeto de hacerlo signi-

CRE-SER

"PSICOLGIA Y EDUCACION

PARA EL DESARROLLO HUMANO"

Cursos y Talleres de Formación Humana

Experiencias de Grupos de Crecimiento Humano

Psicoterapia Humanista a niños, adolescentes y adultos

Psic. Cesar Gordillo

Esperanza No. 773-101, Col. Narvarte, Tel. 6 -39-28-88

ficativo para ellos. Debe poner a prueba las concepciones erróneas de los estudiantes.

c) Las matemáticas son una disciplina exacta, libre de ambigüedades e interpretaciones conflictivas. El contenido matemático está acabado y definido completamente, ofrece pocas oportunidades para el trabajo creativo. Es lógico y está libre de aspectos emocionales. Su estudio favorece la formación de la mente en el razonamiento lógico. La actividad matemática es como una "calistenia mental".

La enseñanza de las matemáticas es un medio para transmitir información del maestro al alumno. Los estudiantes aprenden poniendo atención a los procedimientos que desarrolla el maestro y practicándolos. Las habilidades de los estudiantes para resolver problemas son: identificar el tipo de problema y operación necesaria para resolverlo, recordar el procedimiento apropiado y aplicar el procedimiento. El principal objetivo de la enseñanza de las matemáticas es producir estudiantes que puedan ejecutar tareas matemáticas especificadas en el currículo, usando los procedimientos de uso regular.

Podemos observar que las concepciones pueden tener un efecto positivo en la enseñanza, pero es posible que dicho efecto también sea negativo. Desafortunadamente, por lo general, los profesores se ubican en las concepciones *a* y *c*, porque son las más difundidas y las que tanto la comunidad matemática como los formadores de docentes han favorecido. De esta manera se puede explicar por qué nosotros mismos tenemos una imagen de las matemáticas rígida y tal vez muy cercana a la planteada, como caso extremo, al inicio.

Un profesor dominará el contenido

matemático en el marco del área matemática. Si ésta es similar a la de los incisivos *a* y *c*, es muy probable que no tienda a buscar explicaciones diversas para aclarar los contenidos, ni reflexione constantemente sobre las posibilidades formativas de la enseñanza de las matemáticas ¿para qué perder el tiempo "inventando el hilo negro"? ¡Todo está hecho! Desde esta perspectiva, la forma básica de aprender matemáticas será la memorización de contenidos abstractos que tienen que ser expuestos en orden lógico sin esperar una vinculación necesaria con la realidad.

En relación con el origen de las concepciones sobre las matemáticas, Paul Cobb (1986) ofrece diversos elementos para apoyar la hipótesis que los estudiantes reorganizan sus creencias acerca de las matemáticas, las cuales son de origen social más que de origen matemático, al menos en el nivel de las interacciones sociales en el salón de clase.

Además Cobb argumenta que las creencias son un aspecto esencial en la construcción de significados en general, y de construcción de significados matemáticos en particular. Así que es importante prestar atención a la influencia de la instrucción matemática, como un proceso de socialización sobre las creencias de los estudiantes.

La práctica docente en matemáticas debe ser considerada desde una perspectiva más amplia. Es necesario incorporar a su análisis y desarrollo elementos como los discutidos por Henrich Bauersfeld (1980) cuando se refiere a las dimensiones ocultas del salón de clase: la interacción humana, la negociación de significados, y el papel de las instituciones y sus miembros.

En otro enfoque, Robert B. Davis (1989) expone que tradicionalmente se

ha considerado a las matemáticas como un conjunto de reglas para los símbolos escritos en un papel, y se considera su enseñanza como una actividad en la que hay que *decir* a los estudiantes qué escribir y dónde escribirlo, conjuntamente con una considerable cantidad de ejercicios. Señala que hay evidencia clara que para muchos estudiantes esto los conduce con éxito en el aprendizaje.

Davis considera que una alternativa consiste en tratar de construir dentro del salón de clase o de la escuela alguna cultura real de las matemáticas que recupere el espíritu de su utilidad, o de su creación. En apoyo a esta perspectiva, Elisa Bonilla (1987) justifica la posibilidad de una cultura del aula a partir de la consideración de este espacio como un microcosmos social en el que sus miembros interactúan e intercambian significados.

Las matemáticas escolares

La adopción de una postura constructivista ha sido la alternativa a las posiciones rígidas de enseñanza. En un sentido general, se basa en la consideración de que el individuo es capaz, por diferentes medios, de construir conocimiento. Para concretar esta postura en propuestas de enseñanza, después de diversos intentos y fracasos, se ha tendido a la enseñanza de las matemáticas a través de la corriente denominada *problema solving*, la cual sugiere que el eje principal de los cursos sea la discusión de problemas y sus soluciones.

La atención a la solución de problemas enfatiza el aspecto práctico de las matemáticas y permite que los estudiantes pongan a prueba recursos y estrategias que han desarrollado en diferentes ámbitos, posibilita que por me-



Foto: Mauro Calanchina

dio de la discusión se generen recursos argumentativos más claros y precisos. Permite, además, hacer matemáticas sin aceptar sumisamente lo que el maestro propone.

El énfasis en la solución de problemas recupera enfoques olvidados como el de Krutetskii (1976) ya que se presta mucha atención a la forma en que se trabajan los problemas escolares desde una perspectiva que considera las habilidades matemáticas. Los procesos de solución de problemas no terminan cuando se encuentra la solución por un camino; desde una perspectiva didáctica, es conveniente identificar diferentes caminos para obtener la solución y valorarlos en relación a su claridad o simplicidad; esto implica el desarrollo de procesos de análisis y síntesis, el fomentar los procesos de generalización, tan importantes en matemáticas, poniendo a prueba sus recursos formales e informales, entre otros aspectos.

La construcción de la matemática escolar dependerá en promover matemáticas más flexibles que permitan conocer su utilidad en los hechos y le permitan a los estudiantes comprobar que tienen posibilidades para involucrarse con el contenido matemático exitosamente. Se dice que aprender matemáticas es aprender a resolver problemas, pero esto, sólo se logra si se intenta constantemente la resolución de los mismos.

El enfoque de solución de problemas plantea otras problemáticas como la de su aplicación en clase y la evaluación. No existen propuestas prácticas para afrontar lo anterior, pero lo cierto es que si no se intenta, nunca se encontrarán.



Foto: Ricardo Domínguez

Las evaluaciones tradicionales, a partir de exámenes de pregunta-respuesta, han resultado cómodas para los profesores, en lo que respecta al proceso de calificación, pero este sistema se tendrá que modificar cuando se adopte un enfoque, como el de la solución de problemas, debido a que se tendrá que hacer énfasis en los procesos y estrategias empleadas, más que en el resultado obtenido. Tal vez, mientras se encuentran formas operativas claras y útiles se tendrán que mantener algunos procedimientos tradicionales, los cuales se irán abandonando a medida que se avance en la elaboración de propuestas.

El enfoque de *solución de problemas* no es la panacea; sin embargo, ayudará a promover concepciones más positivas sobre las matemáticas y permitirá concretar las propuestas constructivistas.

En educación, nadie tiene la últi-

ma palabra, no es fácil encontrar caminos seguros, lo único seguro es la discusión permanente.

Bibliografía

Bauersfeld, H. (1980). "Dimensiones ocultas de la llamada realidad del salón de clases de matemáticas", en López, A. (comp.), *Problemas de la enseñanza de la matemáticas*, UNAM, México, 1988.

Bonilla, E. (1987). "La dimensión de la cultura en investigación en matemática educativa," en *Memorias de la Primera Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa*.

Cobb, P. (1986). "Context, goals, beliefs, and learning mathematics"; *For the learning of mathematics*, vol. 6, No. 2.

Davis, R. (1989). "The culture of mathematics and the culture of schools", en *Journal of mathematical behavior*, vol. 8.

Freudenthal, H. (1981). "Problemas

Mayores de la Educación Matemática", en López, A. (comp.), *Problemas de la Enseñanza de las Matemáticas*, UNAM, México, 1988.

ICMI (1986). *School mathematics in the 1990*; International, Commission on Mathematical Instruction, Study Series No.2, Cambridge University Press.

Kline M. (1985). *Matemática y la pérdida de la certidumbre*, Siglo XXI.

Krutetskii, V. A. (1976); *The Psychology of mathematical abilities in school children*, The University of Chicago Press.

NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for school mathematics*, National Council Teachers of Mathematics.

Stanic, A. G. (1986); "Mental discipline theory an mathematics education", *For the Learning of Mathematics*, Vol. 6, No.1.

Thompson, A.G. "The relationship of teachers conceptions of mathematics teaching to instructional practice", *Educational Studies in Mathematics*, Vol.15.



Foto: Ricardo Domínguez