

RECIBIDO: 13 DE JUNIO DE 2015 / APROBADO: 10 DE JULIO DE 2015

# MATEMÁTICA EDUCATIVA: UNA BREVE MIRADA A SU CAMPO DE ESTUDIO, TEORÍAS Y MÉTODOS

*EDUCATIVE MATHEMATICS: A SHORT VIEW IN ITS  
STUDY FIELD, THEORIES AND METHODS*

SANTIAGO INZUNSA CÁZARES

## **RESUMEN**

Se presenta una breve reflexión sobre qué es la matemática educativa, qué problemas resuelve, cómo surge y cómo ha evolucionado, cuáles son sus teorías y sus métodos. A lo largo de la reflexión enfatizaremos en el desarrollo de la matemática educativa en México por ocupar un lugar importante en la historia de la disciplina a escala internacional, comentaremos sobre programas de formación de investigadores y, en general, sobre diversos aspectos de la comunidad académica de matemáticos educativos en nuestro país.

**PALABRAS CLAVE:** matemática educativa, teorías de aprendizaje, métodos de investigación.

## **ABSTRACT**

This article present a brief reflexion about, what is educative mathematics, what problems does it solve, how, which are its theories and its methods. Even so, through the reflexion, there is a special emphasis in the development of the educative mathematics in Mexico, for been, in an important place in the international level for history, also there are comments about the searching training programs, and in general, about the different aspects of the academic mathematic teachers community in our country.

**KEY WORDS:** educative mathematics, learning theories, research methods.

## INTRODUCCIÓN

La matemática es una de las principales áreas de estudio del currículo escolar, desde el nivel preescolar hasta el nivel superior en todos los países del mundo. Su importancia está fuera de duda y nadie cuestiona la necesidad de su enseñanza en todos los niveles educativos. Sus conceptos, métodos y razonamiento son importantes para la vida cotidiana, las profesiones, la ciencia y la tecnología.

En concordancia con ello, y como ejemplo representativo de su relevancia en la sociedad moderna, en los años recientes la *competencia matemática* que desarrollan los estudiantes en el transcurso de su educación básica se ha constituido en un indicador del desarrollo de los sistemas educativos de muchos países.

En este sentido, Bishop (1999) señala que la matemática se encuentra en una posición nada envidiable, ya que, por un lado, es una de las materias más importantes —sólo después del idioma nacional— que hoy se deben estudiar, pero por otro lado es una materia poco comprendida. Todo el mundo sabe que es importante y que su estudio es necesario, pero su reputación intimida y pocos se sienten cómodos con ella. La matemática como objeto de estudio presenta características distintas, según sean los actores interesados en ella y sus propósitos.

El matemático profesional, por ejemplo, se interesa en su estudio como cuerpo de conocimientos teóricos que se han construido a lo largo de los siglos con la participación de muchos matemáticos y se plantea el conocimiento de sus métodos y razonamiento para hacerla avanzar como ciencia básica.

El profesor de matemáticas, por su parte, se interesa en los fenómenos didácticos ligados a su enseñanza y aprendizaje, no en los objetos matemáticos por sí mismos. Se propone hacer asequible a los estudiantes el lenguaje, los conceptos y los métodos para resolver problemas, así como desarrollar su razonamiento y pensamiento matemático; para utilizar un término muy de moda en la actualidad, se interesa en desarrollar su competencia matemática.

Desde esta perspectiva, la matemática adquiere una dimensión educativa y se vuelve objeto de estudio para otro tipo de profesionales; surge así una nueva disciplina: la *matemática educativa*, *educación matemática* o *didáctica de la matemática*, según sea la región geográfica donde se desarrolla su estudio. En Latinoamérica esta disciplina es comúnmente conocida como matemática educativa, pero en los países europeos se le denomina didáctica de la matemática, mientras que en los países anglosajones y principalmente en Estados Unidos se le conoce como educación matemática.

Hay, por tanto, diferencias sustanciales en el quehacer del matemático y el matemático educativo. El matemático piensa en los objetos matemáticos como entes abstractos; si es un matemático aplicado, su interés radica en la aplicación de los objetos matemáticos, ya sea para la propia matemática o para otras ciencias, pues la matemática tiene una característica que la distingue: su transversalidad. Sin embargo, el matemático educativo, como señala Chevallard (2005), requiere adaptar el objeto matemático como lo concibe la ciencia matemática «saber erudito» al «saber enseñado» mediante procesos conocidos como de *transposición didáctica*, para hacerlos asequibles a los estudiantes de un determinado nivel educativo.

En este artículo nos proponemos hacer una breve reflexión sobre qué es la matemática educativa, qué problemas resuelve, cómo surge y cómo ha evolucionado, en qué consiste la investigación en el área, cuáles son sus teorías y métodos. Es necesario, de entrada, dejar claro que este campo ha tenido un crecimiento notable en las últimas décadas, tiempo en el cual ha adquirido un estatus de disciplina científica con sus teorías y métodos propios, por lo que, en efecto, nos limitaremos a una muy breve mirada a su campo de estudio. Adicionalmente, a lo largo de la reflexión enfatizaremos en el desarrollo de la matemática educativa en México por ocupar un lugar importante en la historia de la disciplina a escala internacional, comentaremos sobre programas de formación de investigadores y en general acerca de diversos aspectos de la comunidad académica de matemáticos educativos en nuestro país.

## ANTECEDENTES SOBRE EL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA

La preocupación por la enseñanza y aprendizaje de la matemática es quizá tan antigua como la matemática misma. En el desarrollo histórico de la matemática se pueden encontrar diversas evidencias de ello. Por mencionar un caso, consideremos el método «mecánico», ideado por Arquímedes (287 a.C.-212 a.C.) para calcular áreas y volúmenes de forma heurística e intuitiva, buscando tener una noción preliminar del resultado antes de llevar cabo una demostración deductiva.

Otro ejemplo de preocupación por una buena enseñanza de la matemática ya en el siglo XVIII, es el de Clairaut (1713-1765), quien publicó diversos libros de matemáticas para principiantes en los que planteaba los siguientes principios didácticos:

1. No aburrir bajo ningún pretexto, incluso sacrificando los aspectos más arduos del concepto que estuviera tratando.
2. Exposición de las matemáticas a partir de los problemas.
3. Presentación de numerosas formas de resolver un problema.

No obstante las buenas intenciones de los autores en los dos casos mencionados, en ninguno de ellos se puede hablar de matemática educativa; son más bien estrategias o métodos basados en un buen grado de intuición y experiencia, con la creencia y buenos deseos que serán útiles para una buena enseñanza de la matemática.

En relación con lo anterior, durante mucho tiempo prevaleció la idea que un buen conocimiento matemático era suficiente para una buena enseñanza de las matemáticas, siempre que los alumnos estuvieran dispuestos a aprender. Desde esta perspectiva, se consideraba que la enseñanza de la matemática era un arte y que el aprendizaje dependía en gran medida del grado de dominio de dicho arte por los profesores, y al mismo tiempo de la voluntad y capacidad de los alumnos para dejarse moldear por el artista (el profesor). Gazcón (1998) señala al respecto que aunque parezca paradójico

esta idea todavía prevalece en algunos sectores y representa una *concepción precientífica* de la enseñanza de la matemática.

El objeto primario en este enfoque es el conocimiento matemático, con supremacía sobre cualquiera de los demás elementos del proceso de enseñanza y aprendizaje. A partir de la segunda mitad del siglo pasado se empieza a generar un debate que se encamina a lo que sería el origen de la matemática educativa. En él se cuestionan aspectos relacionados con los métodos de enseñanza y la formación pedagógica de los profesores y se empiezan a plantear alternativas al respecto.

En este contexto aparece una corriente pedagógica que repercutirá en la enseñanza de la matemática, sobre todo en el nivel básico, basada en el desarrollo de materiales concretos y manipulativos. Como ejemplo de ello, podemos mencionar las regletas para la enseñanza de la aritmética a edades tempranas desarrolladas por Cuisenarie y los bloques para la enseñanza de la lógica y cálculo booleano desarrollados por Dienes. Por la misma época aparece el libro de George Polya sobre el uso de métodos heurísticos en la resolución de problemas, base teórica de una interesante línea de investigación que años más tarde desarrolló Alan Schoenfeld en Estados Unidos. En estos trabajos se empieza a tener en cuenta los procesos de aprendizaje de los estudiantes y sus dificultades, el papel del profesor y su relación con los alumnos y la intervención de la psicología en el diseño de estrategias de enseñanza, a diferencia de los trabajos anteriores donde el interés se centraba en el profesor y el contenido matemático.

Es así como surge un punto de vista denominado *clásico* que rompe con la visión mágica del aprendizaje matemático que asume la *concepción precientífica*. La concepción clásica considera el aprendizaje de la matemática como un proceso psicocognitivo fuertemente influido por factores motivacionales, afectivos y sociales. A principios de la década de los setenta del siglo xx empiezan a cobrar cada vez mayor importancia el estudio de los fenómenos didácticos ligados a la enseñanza y aprendizaje de la matemática tomando a la psicología educativa como fundamento científico.

Guy Brousseau, Gérard Vergnaud e Yves Chevallard, profesores e investigadores franceses en didáctica de la matemática, destacan entre los primeros impulsores del «enfoque clásico» para explicar los hechos didácticos,

tomando como central la actividad cognitiva del sujeto. El objeto primario de investigación de este enfoque es el pensamiento del profesor que incluye su conocimiento de la matemática, su conocimiento de los procesos de enseñanza aprendizaje y su experiencia en la práctica docente. Las ideas de Brousseau fueron compartidas por otros investigadores franceses e impactaron el desarrollo de la didáctica de la matemática de manera importante, al grado de que se generó una corriente mundialmente conocida como Escuela Francesa de Didáctica de la Matemática, que hoy sigue siendo un referente internacional.

La matemática educativa, didáctica de la matemática o educación matemática, como quiera que se le denomine, es pues una disciplina científica muy joven, cuyo objeto de estudio es la relación entre los saberes, la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos propios de la matemática. Está sólidamente fundamentada en la psicología, filosofía, antropología y otras ciencias. Los primeros encuentros de investigadores en el área se empiezan a dar en el segundo tercio del siglo pasado. La primera reunión del International Congress on Mathematical Education (ICME) tuvo lugar en 1968. El primer volumen del *Educational Studies in Mathematics* —primera revista sobre estudios educativos de la matemática— apareció en mayo de 1968, el *Journal for Research in Mathematics Education* —del influyente Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas de Estados Unidos— salió a la luz en enero de 1970 y la prestigiada revista francesa *Recherches en Didactique des Mathématiques* en 1980.

## LA MATEMÁTICA EDUCATIVA EN MÉXICO

Nuestro país ocupa un lugar importante en la historia de la matemática educativa en América Latina. A principios de la década de los setenta, la Secretaría de Educación Pública encarga la elaboración de los libros de texto de matemáticas para educación primaria a un grupo de matemáticos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Este proyecto generó interés en algunos matemáticos por desarrollar la línea educativa dentro del Departamento de Matemáticas del

CINVESTAV-IPN, lo que daría lugar a la creación de la Sección de Matemática Educativa y años después al Departamento de Matemática Educativa (DME), y a partir de la década de los ochenta se dan los primeros pasos en la investigación en el área (Waldegg, 1998).

En sus primeras acciones se implementó un Programa Nacional de Formación y Actualización de Profesores de Matemáticas y una maestría en matemática educativa para la formación de investigadores en diversas instituciones de nivel superior del país. Este programa generó un buen número de investigadores que constituyeron la base para expandir la matemática educativa en diversas regiones del país. Hoy día, el Departamento de Matemática Educativa es el principal espacio de investigación sobre el área en México y a donde acuden muchos profesores de matemáticas del país y de países latinoamericanos a realizar estudios de posgrado en matemática educativa.

En el DME se estudia la problemática educativa de la matemática en todos los niveles educativos, desde preescolar hasta la universidad, y su cuerpo de investigadores desarrolla una diversidad de líneas generales de aplicación y generación de conocimiento, entre las que destacan las siguientes:

- Enseñanza del cálculo y el análisis.
- Entornos tecnológicos del aprendizaje de las matemáticas.
- Estudios de género en educación matemática.
- Formación de profesores de matemáticas.
- Pensamiento geométrico.
- Pensamiento aritmético y algebraico.
- Construcción social del pensamiento matemático.
- Didáctica de la estadística y la probabilidad.
- Resolución de problemas matemáticos.
- Fundamentos, historia y epistemología de las matemáticas.

Con el paso de los años, la comunidad de matemáticos educativos en México ha venido creciendo y hoy se cuenta con diferentes congresos nacionales donde se divulga la disciplina, se imparten cursos de actualización y se publican resultados de investigación. Asimismo, se han creado asociaciones de profesionales, y otras que ya existían (por ejemplo la Sociedad

Matemática Mexicana) han venido dando espacios a los temas de matemática educativa como reconocimiento a su importancia; entre ellos, podemos destacar los siguientes:

### *Congresos nacionales*

- Congreso Nacional de Enseñanza de las Matemáticas (Asociación Nacional de Profesores de Matemáticas).
- Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana (Sociedad Matemática Mexicana).
- Seminario Nacional de Tecnología Computacional en la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas (Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en la Educación Matemática).
- Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas (Universidad de Sonora).
- Foro Internacional de Estadística (Asociación Mexicana de Estadística).
- Escuela de Invierno en Matemática Educativa (Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa).
- Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (Comité Latinoamericano de Matemática Educativa).

### *Revistas de divulgación e investigación*

- Revista Educación Matemática.
- Revista Latinoamericana de Matemática Educativa.
- Revista Mexicana de Investigación en Educación.
- Revista Perfiles Educativos de la UNAM.

### *Asociaciones en las que participan profesionales de la matemática educativa*

- Sociedad Matemática Mexicana (SMM).
- Asociación Mexicana de Estadística (AME).



- Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en la Educación Matemática (AMIUTEM).
- Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa (CIME).

### *Licenciaturas y posgrados en matemática educativa*

- Maestría y Doctorado en Ciencias en la Especialidad de Matemática Educativa (CINVESTAV-IPN).
- Maestría y Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa (CICATA-IPN).
- Maestría y Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa (Universidad Autónoma de Guerrero).
- Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa (Universidad de Sonora).
- Maestría en Enseñanza de las Matemáticas (Universidad de Guadalajara).
- Maestría en Enseñanza de las Matemáticas (Universidad Autónoma de Guadalajara).
- Maestría en Matemática Educativa (Universidad de Zacatecas).
- Maestría en Enseñanza de las Matemáticas (Universidad de Quintana Roo).
- Maestría en Didáctica de las Matemáticas (Universidad de Querétaro).
- Maestría en Matemática Educativa (Universidad Autónoma de Coahuila).
- Maestría en Matemática Educativa (Instituto Tecnológico de Sonora).
- Maestría en Matemática Educativa (Universidad Veracruzana).
- Maestría en Matemática Educativa y Docencia (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez).
- Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa (Universidad Autónoma de Chiapas).
- Licenciatura en Matemática Educativa (Universidad Autónoma de San Luis Potosí).
- Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas (Universidad Autónoma de Yucatán).

Como reconocimiento a la aportación que los investigadores mexicanos en matemática educativa hacen a la disciplina, uno de los principales congresos internacionales el *Psychology of Mathematics Education*, en su capítulo

Norteamericano (PME-NA), incluye como sede a México cada seis o siete años. Adicionalmente, en los libros más representativos, revistas y *hand-books* que presentan el estado de la cuestión de la investigación a escala internacional, es común que aparezcan autores mexicanos con publicaciones y citas en las referencias bibliográficas. Un análisis mucho más profundo y detallado sobre la historia de la matemática educativa en México se puede consultar en Ávila (2015).

## TEORÍAS DE LA MATEMÁTICA EDUCATIVA

La matemática educativa está situada en la intersección de dos extensos campos de investigación: la matemática y la educación. Sin embargo, hay además otras disciplinas ligadas a estos dos campos (por ejemplo, psicología cognitiva, lingüística, filosofía, sociología, antropología) que agregan aún mayor complejidad al desarrollo de teorías que describen y explican los problemas que investiga la matemática educativa (Sriraman y English, 2010).

De acuerdo con Schoenfeld (2000, 2008), la investigación en matemática educativa tiene dos propósitos principales, uno *puro* y otro *aplicado*: el puro (ciencia básica) permite comprender la naturaleza del pensamiento matemático, su enseñanza y su aprendizaje, el aplicado (ingeniería) permite usar tal comprensión para mejorar la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Ambos propósitos están profundamente entrelazados y el primero es tan importante como el segundo, ya que sin una profunda comprensión del pensamiento, de la enseñanza y el aprendizaje, no hay progreso sostenido en la parte aplicada de la disciplina.

En esta misma dirección, y como resultado del congreso ICME en 2008, llevado a cabo en la ciudad de Monterrey en nuestro país, se rediscutieron los propósitos de la teoría en la investigación en matemática educativa identificándose dos perspectivas teóricas: una *estructural* y otra *funcional*. Desde un punto de vista estructural, la teoría es «un sistema organizado y coherente de conceptos y nociones en el campo de la matemática educativa». Por su parte, la perspectiva funcional considera la teoría como «un sistema

de herramientas que permite la transformación de alguna realidad». Cuando la teoría es utilizada como una herramienta puede servir para:

- Idear formas para mejorar los ambientes de enseñanza y aprendizaje, incluyendo el currículo.
- Desarrollar metodologías.
- Escribir, interpretar, explicar y justificar observaciones en el salón de clases de los estudiantes y la actividad del profesor.
- Transformar problemas prácticos en problemas de investigación.
- Definir diferentes etapas en un problema de investigación.
- Generar conocimiento.

¿Pero qué clase de preguntas puede abordar y responder la investigación en educación matemática, independientemente de la perspectiva teórica utilizada? Schoenfeld (2008) señala algunas de ellas, unas correspondientes a la parte pura (estructural) y otras a la parte aplicada (funcional):

- Perspectivas teóricas para comprender el pensamiento, aprendizaje y enseñanza.
- Descripciones de aspectos de cognición (por ejemplo, pensamiento matemático, comprensión y concepciones erróneas de conceptos matemáticos de los estudiantes).
- Pruebas de existencia (evidencia de casos en las cuales los estudiantes pueden aprender a resolver problemas, evidencia de la viabilidad de diversas clases de enseñanza).
- Descripciones de consecuencias (positivas y negativas) de varias formas de enseñanza.

En los inicios de la disciplina, varias corrientes psicológicas que explican el aprendizaje trataron de proporcionar soporte teórico a la matemática educativa; destacan, entre otras, el asociacionismo, el conductismo y el gestaltismo. El asociacionismo y conductismo partían del supuesto de que el aprendizaje es asunto de formación de hábitos; por tanto, su racionalidad teórica enfatizaba en el desarrollo de repeticiones y práctica de ejercicios

como vehículo de aprendizaje. Desde esta perspectiva, el objetivo era desarrollar secuencias de enseñanza que permitieran que los estudiantes dominaran los procedimientos matemáticos eficientemente con un mínimo de errores. A partir las décadas de los setenta y ochenta, con la divulgación y el reconocimiento de los trabajos de Piaget y su teoría del desarrollo cognitivo, la investigación en matemática educativa ve la luz de nuevas teorías que explican los fenómenos de la enseñanza y aprendizaje de la matemática de forma muy distinta a como lo hacían los conductistas, asociacionistas y gestaltistas.

Estas nuevas teorías otorgan especial relevancia al sujeto que aprende como ente activo en la construcción de su conocimiento. La teoría de Piaget (señalan algunos teóricos como Sriraman e English, 2010) fue interpretada de forma distinta por diferentes teóricos como Glaserfeld (1984) con su noción de *constructivismo radical*, o vista en interacción con la teoría de Vigotsky por otros teóricos como Cobb y Bauserfeld con la noción de *constructivismo social*.

El crecimiento de perspectivas teóricas continuó hasta finales del siglo pasado, sobresaliendo de forma importante las perspectivas socioculturales, que tienen como base la teoría de Vigotsky, la cual concibe el aprendizaje como una función de la interacción social. Con ello adquiere supremacía el constructivismo social como concepción filosófica de la matemática educativa. En este enfoque, muchas líneas de investigación han explorado aspectos de cognición y cultura de forma separada y complementaria. Sobresalen los estudios de los franceses cuya principal perspectiva teórica (la teoría de las situaciones didácticas), para el estudio de los fenómenos didácticos de la matemática se basa en la existencia de un «contrato didáctico» que es inherentemente social en naturaleza.

Los trabajos alemanes dirigidos por Bauserfeld toman en cuenta la agenda social en la enseñanza. Freudenthal en Holanda trabaja en los fundamentos para el estudio de las «matemáticas realistas» bajo el supuesto central de que las secuencias de enseñanza deberían basarse en contextos y experiencias que apoyaran el desarrollo de abstracciones matemáticas significativas. Es, pues, la escuela europea punta de lanza en el desarrollo y puesta

en práctica de teorías que explican los fenómenos didácticos de la matemática con base en el enfoque sociocultural de la educación.

Una explicación plausible de estos cambios es que la matemática educativa, a diferencia de las disciplinas puras, es fuertemente influida por cambios culturales, sociales y políticos. La diversidad de paradigmas provenientes de dominios tan diversos como la ciencia cognitiva, sociología, antropología y neurociencias, contribuye ciertamente a la riqueza del campo, pero al mismo tiempo complica el uso y la síntesis de resultados de investigación. A propósito de tal complicación, Sriraman y English (2010) señalan que son tan naturales y necesarias por la complejidad de los procesos de enseñanza aprendizaje de la matemática; es decir, la pluralidad de paradigmas no debe verse como una dificultad, sino más bien como una potencialidad dado la complejidad del objeto de estudio.

## LOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICA EDUCATIVA

El cambio epistemológico que tuvo la matemática educativa a finales del siglo pasado, al pasar de una filosofía conductista y asociacionista a una filosofía constructivista centrada en lo cognitivo y sociocultural, generó una nueva clase de fenómenos y problemas, y como tal requirió de nuevos métodos de investigación.

En la época en que predominaban los enfoques conductistas las preguntas de investigación generalmente eran de naturaleza cuantitativa; preguntas típicas eran del tipo «qué tanto», «de qué tipo», «en qué medida», «hay diferencia significativa»; los métodos de investigación estaban basados en un enfoque denominado «científico» que utilizaba experimentos controlados y métodos estadísticos para analizar los datos obtenidos. Estos métodos corresponden a un paradigma cuantitativo y emanan de las ciencias naturales, como la agricultura y la medicina, donde frecuentemente se pone a prueba un tratamiento «A» versus un tratamiento «B». Muchos estudios educativos fueron desarrollados bajo ese enfoque cuando la investigación en ciencias de la educación estuvo regida por métodos cuantitativos.

Hoy día, el uso de estos métodos en las ciencias sociales y la educación son muy debatidos, pues las condiciones de control y precisión en la medición de las variables que se tienen en las ciencias naturales difícilmente se pueden lograr en estas áreas, por la complejidad de los fenómenos, la cantidad de variables que intervienen y la dificultad para controlarlas y medirlas. Estos métodos se centran en los resultados finales dejando de lado una parte sumamente importante que son los métodos de solución, estrategias utilizadas por los estudiantes, modos de pensamiento, interacciones entre los sujetos de estudio, creencias y tantas otras variables de mucho interés en la matemática educativa.

Los trabajos de Piaget mostraron que los métodos cualitativos y en particular la entrevista clínica tenían un enorme potencial para analizar el pensamiento y la cognición de los niños cuando se enfrentaban a tareas matemáticas. Con la expansión del enfoque sociocultural como perspectiva de investigación en el área, los métodos cualitativos se convirtieron en el paradigma dominante de investigación en matemática educativa, en particular los estudios observacionales de tipo etnográfico que permiten observar la cultura de una comunidad como es el salón de clases o de un grupo de profesores.

Para el tipo de problemas y objetivos que plantea la agenda de la matemática educativa en la actualidad, el tipo de investigación que más se adapta es una investigación de tipo cualitativo (Miles y Huberman, 1994; Denzin y Lincoln, 2005), en tanto lo que interesa es interpretar, describir, comprender significados, creencias y relaciones que se establecen entre los actores del triángulo didáctico (estudiantes, profesores, contenidos) cuando resuelven problemas o situaciones matemáticas. Se procura profundizar, buscar regularidades y categorías en sus argumentaciones, en lugar de la explicación de los resultados mediante relaciones de causa y efecto. De esa manera, como señala Bisquerra (1989), «la investigación cualitativa pretende una comprensión holística, la cual no es traducible a términos matemáticos y pone énfasis en la profundidad».

Los investigadores que utilizan este tipo de investigación frecuentemente se apoyan en registros narrativos de los fenómenos estudiados mediante técnicas, como la observación participante y las entrevistas no estructuradas,

para lograr ver los acontecimientos, acciones, significados, con el propósito de proveer descripciones detalladas de los contextos estudiados. Cuando se trabaja con la investigación cualitativa se obtiene la ventaja de estudiar el fenómeno en el escenario natural, habiendo una comunicación más directa entre el investigador y los investigados.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje dependen parcialmente de los entornos culturales y sociales en los que se desarrollan y por lo general son multivariantes; hasta cierto punto, los resultados que se obtienen dependen del espacio y del tiempo, su campo de validez es necesariamente limitado. Los resultados son rara vez definitivos, son regularmente sugestivos. La evidencia no es en el sentido de demostración, sino más bien es acumulativa, moviéndose hacia conclusiones que pueden ser consideradas para ir más allá de una razonable duda. Un enfoque científico, sin embargo, es posible mediante el uso de razonamientos cuidadosos y estándares de evidencia, empleando una variedad de métodos apropiados (triangulación).

En la última década del siglo xx han emergido nuevos diseños de investigación en matemática educativa y ciencias de la educación. El *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*, editado en el año 2000, es un referente importante en el que se describen y analizan con profundidad diversos diseños y métodos de investigación muy utilizados en matemática educativa y ciencias de la educación. Ejemplo de ello son:

- Experimentos de enseñanza.
- Entrevistas clínicas.
- Análisis de videos.
- Observaciones etnográficas.
- Estudios de desarrollo de software.
- Estudios de modelado con computadora.

## CONCLUSIONES

El estudio de los fenómenos didácticos ligados a la matemática se ha constituido en una disciplina científica que utiliza teorías y métodos cada vez más

elaborados, mismos que permiten analizar y explicar las relaciones que se establecen entre los diversos elementos del triángulo didáctico (profesores, estudiantes, saberes) y factores que tienen influencia en ellos (el currículo, las instituciones, entre otros). No obstante ser una disciplina que ha tenido un crecimiento notable a finales del siglo pasado, continúa en expansión, y nuevas áreas de desarrollo están surgiendo (por ejemplo, la educación estadística y uso de tecnologías digitales) con sus perspectivas teóricas y métodos propios. Hay una comunidad de profesionales muy activa que realiza tanto investigación pura como aplicada. Existe un buen número de revistas de investigación y divulgación, así como congresos donde se reúne la comunidad académica para presentar los avances más recientes y reflexionar sobre la problemática de la disciplina y nuevos desafíos. Podemos decir que a poco más de cuarenta años, la matemática educativa ha tomado distancia de las ciencias que le dieron origen y se encuentra ya en un periodo de «ciencia normal».

## REFERENCIAS

- ÁVILA, A. (2015). La investigación en educación matemática en México: una mirada a 40 años de trabajo en el campo. *Memorias de la XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM)*. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. <[http://xiv.ciaemiacme.org/index.php/xiv\\_ciaem/xiv\\_ciaem/paper/viewFile/1515/740](http://xiv.ciaemiacme.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/paper/viewFile/1515/740)>.
- BISHOP, A. (1999). *Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural*. España: Paidós.
- BISQUERRA, R. (1989). *Métodos de investigación educativa*. España.
- CHEVALLARD, Y. (2005). *La trasposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Aique Grupo Editor.
- DENZIN, N., Y. LINCOLN (2005). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Third edition. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- GAZCÓN, J. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(1), 7-33.
- GLASERSFELD, E.V. (1984). An introduction to radical constructivism. P. Watzlawick, P. (Ed.) *The invented reality*. Norton: New York.
- MILES, M., M. HUBERMAN (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. SAGE Publications. Second Edition.
- SCHOENFELD, A. (2008). Research methods in (mathematics) education. Lyn English (ed.). *Handbook of International Research in Mathematics Education. Second Edition*.



- SCHOENFELD, A. (2000). *Purposes and methods of research in mathematics education*. <<http://www.ams.org/notices/200006/fea-schoenfeld.pdf>>.
- SRIRAMAN, B., L. English (2010). Surveying theories and philosophies of mathematics education. Bharath Sriraman y Lyn English (eds.), *Theories of mathematics education: seeking new frontiers*. Springer.
- WALDEGG, G. (1998). *La educación matemática ¿una disciplina científica?* <[http://www.uv.mx/iie/coleccion/N\\_29/la\\_educación\\_matemática.htm](http://www.uv.mx/iie/coleccion/N_29/la_educación_matemática.htm)>.

### **Síntesis curricular**

#### **Santiago Inzunsa Cazares**

Ingeniero civil por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Maestro y Doctor en ciencias con especialidad en Matemática Educativa por el CINVESTAV. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores CONACYT desde 2001. A partir de 2010 es integrante de la Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de la Tecnología en Educación Matemática (AMIUTEM) y de la Red GeoGebra. Ha publicado dos libros de probabilidad y estadística para el bachillerato, participado en más de 30 congresos nacionales e internacionales y coordinado proyectos de investigación en relación con la enseñanza y aprendizaje de la probabilidad y estadística, así como la integración de las nuevas tecnologías en las clases de matemáticas. Es profesor e investigador de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Área de investigación: matemática educativa en el tema de didáctica de la probabilidad y estadística.

#### **Correo:**

sinsunza@uas.edu.mx