

La educación matemática en el siglo XXI

La educación matemática en el siglo XXI

Xicoténcatl Martínez Ruiz / Patricia Camarena Gallardo
COORDINADORES



COLECCIÓN PAIDEIA SIGLO XXI



La educación matemática en el siglo XXI

Xicoténcatl Martínez Ruiz y Patricia Camarena Gallardo, coordinadores

Primera edición 2015

D.R. ©2015 Instituto Politécnico Nacional

Av. Luis Enrique Erro s/n

Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, Zacatenco,

Del. Gustavo A. Madero, C. P. 07738, México, D. F.

Libro formato pdf elaborado por:

Coordinación Editorial de la Secretaría Académica

Secretaría Académica, 1er. Piso,

Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”

Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738

Diseño y formación: Quinta del Agua Ediciones, S.A. de C.V. Cuidado
de la edición: Héctor Siever

ISBN: 978-607-414-497-0

Impreso en México / Printed in Mexico

Índice

Una nota de agradecimiento	9
Introducción. Matemática, futuro e imaginación <i>Xicoténcatl Martínez Ruiz</i>	11
BRASIL	
Educación matemática en Brasil: proyectos y propósitos <i>Maria Salett Biembengut</i>	19
CHILE	
Una visión acerca de la educación matemática en Chile: cómo caracterizar su presente, los principales hitos del proceso de llegar allí y cómo pensar el futuro <i>Fidel Oteiza Morra</i>	41
COSTA RICA	
Costa Rica: una reforma radical en la educación matemática <i>Ángel Ruiz</i>	67
ESPAÑA	
La educación matemática en España <i>José Luis Lupiáñez, Luis Rico Romero, Isidoro Segovia y Juan Francisco Ruiz-Hidalgo</i>	99
MÉXICO	
Uso coordinado de tecnologías digitales y competencias esenciales en la educación matemática del siglo XXI <i>Manuel Santos Trigo</i>	133

El aprendizaje de la geometría en el siglo XXI: tres teoremas básicos sobre la línea recta y su demostración <i>Mario García Juárez</i>	155
Educación matemática en México: investigación y práctica docente <i>Patricia Camarena Gallardo</i>	191
2036: una filosofía prospectiva de la educación matemática <i>Xicoténcatl Martínez Ruiz</i>	217
La toma de decisiones durante una clase de matemáticas <i>Miguel Ángel Parra Álvarez</i>	233
PERÚ	
Educación matemática en el Perú: avances y perspectivas <i>Jesús Victoria Flores Salazar y Rosa Cecilia Gaita Iparraguirre</i>	257
PUERTO RICO	
Una aproximación a la matemática educativa en Puerto Rico <i>Orlando Planchart Márquez</i>	279
VENEZUELA	
Perspectivas de la educación matemática en Venezuela para el siglo XXI <i>Yolanda Serres</i>	297
CONCLUSIONES	
La educación matemática en el siglo XXI: conclusiones del presente y futuro <i>Patricia Camarena Gallardo</i>	319
Acerca de los autores	342
Acerca de los profesores entrevistados	349



Brasil

Educación matemática en Brasil: proyectos y propósitos

Maria Salett Biembengut
FACULTAD DE MATEMÁTICAS, PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE RÍO GRANDE DEL SUR

CONTEXTO BRASILEÑO DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA: DE LA ESTRUCTURA Y DE LAS ORIENTACIONES

La educación brasileña,¹ según determina la Constitución Federal y la Ley de Directrices y Bases de la Educación (LDB), está organizada en dos niveles: educación básica y enseñanza superior. La educación básica se organiza en las siguientes modalidades: educación infantil (niños hasta cinco años), enseñanza fundamental (1º al 9º) y enseñanza media (10º al 12º). La enseñanza superior tiene dos modalidades: graduación y posgrado.

El Consejo Federal de Educación define las materias curriculares tanto para la educación básica cuanto para la graduación; sin embargo, el sector educativo de estados y municipios puede completar esa lista de materias curriculares, diversificadas de acuerdo con las necesidades de la región y las habilidades individuales de los estudiantes. La educación básica es obligatoria, y se caracteriza por formación general sobre conocimientos consolidados de las diversas áreas en sintonía con cuestiones contemporáneas.

En ese periodo de doce años que dura la educación básica, tanto en la enseñanza fundamental como en la media, la estructura curricular se divide en asignaturas y cada una, en general, es responsabilidad de un profesor. En la enseñanza media, por ejemplo, la LDB organiza las asignaturas en cuatro áreas: Lenguajes y códigos (Lengua portuguesa, Educación artística y Otros

¹ Brasil tiene una superficie aproximada de 8.5 millones de km² y una población del orden de 200 millones de habitantes, dividida en 26 estados y el Distrito Federal.

idiomas), Ciencias naturales (Física, Química, Biología); Matemáticas y sus tecnologías (Matemática y Tecnología) y Ciencias humanas (Historia, Geografía, Sociología y Filosofía). Eso implica que los profesores de cada gran área se reúnan para preparar las diversas actividades que puedan sustentar mejor el conocimiento y la formación de los jóvenes, quienes en pocos años actuarán profesionalmente. Sin embargo, este no es el caso para la mayoría de escuelas públicas brasileñas.

En esa organización curricular el propósito es desarrollar una enseñanza de los contenidos programáticos de forma interdisciplinar y contextualizada, a fin de que los estudiantes adquieran conocimiento y habilidad en aplicarlos –fuera de los límites escolares– en situaciones que enfrentarán en su vida cotidiana. El objetivo principal de la educación básica es desarrollar las potencialidades de los estudiantes para buscar, seleccionar y analizar información requerida en su desarrollo, y aprender a aplicar los conocimientos para crear o actuar en función del bien común.

En los últimos años de la educación básica, por ejemplo en las directrices curriculares específicas para Ciencias naturales (Biología, Física y Química) o Matemáticas y sus tecnologías, en la LDB se indica que cada profesor debe hacer un planeamiento y desarrollo del currículo en organigrama e integrar y articular los conocimientos de forma interdisciplinar. Además, se estipula que los métodos de enseñanza y de evaluación sean organizados de tal forma que, al final de la educación básica, el estudiante:

- a. demuestre dominio de los principios científicos y tecnológicos que presiden la producción moderna;
- b. comprendan ciencias, matemática y tecnología como construcciones humanas;
- c. entiendan cómo se desarrolla por acumulación, continuidad o ruptura de paradigmas;
- d. relacionen el desarrollo científico con la transformación de la sociedad, y
- e. sepan identificar variables relevantes y seleccionar los procedimientos para producción, análisis e interpretación de resultados de procesos o experimentos científicos y tecnológicos.

Según Brasil (1996), la finalidad de esa área es el aprendizaje de concepciones científicas sobre el medio físico y natural, el desarrollo de estrategias de trabajo centradas en la solución de problemas, llevar al estudiante a com-

prender la producción de conocimientos, bienes y servicios. Si consideramos tal afirmación como referencia, ¿cómo se debe capacitar a los estudiantes de la educación básica para que puedan, por ejemplo, entender la relación entre las ciencias y las humanidades?

Para promover conocimiento científico en el estudiante de la educación básica es preciso reorganizar y articular las asignaturas. Eso muestra que la enseñanza de las asignaturas precisa estar entrelazadas para tornar el conocimiento dinámico. Asimismo es necesario que la enseñanza aporte al estudiante herramientas y medios que le faciliten diversos niveles de expresión, tanto lingüísticos como tecnológicos. Sin embargo, ¿cómo proporcionar esta formación requerida y propuesta en la LDB, si la estructura educacional vigente no ha contribuido al respecto?

Esas directrices que orientan la organización curricular no han logrado transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la mayoría de escuelas de educación básica. De hecho, la enseñanza permanece fragmentada, con currículo pautado en muchas asignaturas, sin tiempo suficiente para profundizar en sus contenidos; además, la responsabilidad de cada una de esas asignaturas recae sobre un profesor. Ello se debe a la poca disponibilidad de los docentes de asignaturas afines para reunirse y elaborar una propuesta que ofrezca al estudiante una mejor formación académica; aunque también podría mencionarse la formación inicial de los maestros.

A pesar de diversas críticas y de lo señalado en la LDB, en la mayoría de cursos para formación de profesores en Brasil el currículo² no sólo permanece dividido en asignaturas y sin establecer vínculos entre ellas; también se integra mediante planos rígidos y metodologías de enseñanza y de evaluación pautadas en una formación tradicional.³ Excepto por algunas experiencias aisladas, las asignaturas específicas se enseñan al margen de cualquier vínculo con las cuestiones que deberán enfrentar estos futuros profesores en la educación básica; sólo en las asignaturas pedagógicas se presentan a los futuros docentes las tendencias actuales en cuanto a metodologías de enseñanza (Biembengut, 2014). Generalmente, las clases no van más allá de la transposición de contenidos, ejercicios y técnicas, e incluso de exposi-

² Se entiende por currículo el conjunto de contenidos y métodos de enseñanza y evaluación. El currículo prescribe las tendencias de la comunidad dirigente de una sociedad, un Estado o un país.

³ Considera enseñanza tradicional a la forma de enseñanza y la estructura escolar vigente durante décadas.

ción de teoremas, y sus respectivas demostraciones, desprovistas de objetivos significativos.

Muchos maestros de esos cursos se formaron en la “estructura tradicional” de la “teoría a las aplicaciones” dentro de la propia matemática, y sin contar con una preparación suficiente para interpretar, solucionar, analizar y evaluar situaciones-problema; por tanto, en la enseñanza superior —a pesar del compendio de la asignatura— buena parte de ellos reproducen la enseñanza tradicional de la forma en que la recibieron. Ahora bien, incluso si suponemos que sea este el camino, ¿por qué la educación continúa con la misma estructura e idéntica práctica de “enseñanza”, a pesar de las propuestas presentadas en documentos oficiales de educación, de las críticas vigentes vinculadas a la formación académica de los egresados de la mayoría de las escuelas, de las exigencias que advienen del mundo de este tercer milenio y, también, de las diversas investigaciones apuntando alternativas?

Para reflexionar sobre algunos aspectos presentes en la educación matemática en Brasil para este siglo XXI, subrayo las palabras de Émile Bréhier (1962: 688) sobre dos proposiciones aceptadas al final del siglo XIX, y que me permiten guiar las reflexiones en este texto:

- 1) Siempre que las cosas tengan una estructura o forma, ésta se debe a una unidad introducida en la multiplicidad; la unificación del múltiplo es una concepción de la inteligencia; las cosas en sí misma carecen de estructura o poseen una estructura que nos es desconocida.
- 2) En todo juicio de valor hay una satisfacción (o insatisfacción) de la sensibilidad humana, individual o colectiva, y tal juicio no hace más que expresar una relación entre nosotros o las cosas.

A fin de evitar que la reflexión se torne repetitiva, esta presentación se divide en cuatro partes: Principios de la educación matemática en Brasil; De los primeros impulsos a la educación matemática; Feria de Matemática-Programa de Enseñanza con Investigación en la Escuela, y Propuestas y posibilidades.

Con este acercamiento a Bréhier pretendo apoyar mi reflexión sobre el tema, e incluso anticipar alguna aserción inadecuada. Sin embargo, esta cavilación depende de cómo percibo el presente que llega de un tiempo pretérito, en medio de abundantes declaraciones y entendimientos. Por lo demás, toda percepción implica una carga subjetiva, lo cual aporta un juicio de valor a la

interpretación de ese conocimiento. Eso quiere decir que pueden existir otros entendimientos e interpretaciones.

PRINCIPIOS DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN BRASIL

La educación escolar brasileña tiene sus raíces en el siglo XVI, en el periodo colonial portugués; primero con los jesuitas y después mediante la creación de una Clase de Fortificación a partir del siglo XVIII. Entre 1549 y 1759 los jesuitas dirigieron la enseñanza elemental y, también, un Curso Superior de Artes donde se enseñaba matemática (geometría plana, trigonometría plana y esférica), lógica, física, entre otras de interés para la Iglesia. A su vez, el Curso de Fortificación –ingeniería militar de la época– buscaba preparar a los estudiantes para ejercer las funciones de artilleros y fortificadores. La matemática de entonces, como sucedía en las escuelas europeas, no excedía los aspectos más elementales.

Los programas curriculares de los primeros cursos de ingeniería militar en Brasil estaban basados en programas de escuelas europeas. Debido a la colonización portuguesa, muchas de las obras adoptadas eran de autores franceses. En la enseñanza de la matemática, los libros de monsieur Belidor (Bernard Forest de Belidor), utilizados en los colegios de ingeniería militar de Francia y Portugal, fueron acogidos en las escuelas brasileñas y, más adelante, en las que de ellas se derivaron. Los institutos que usaban las obras de Belidor, por ejemplo el *Nouveau Cours de Mathématiques*, propiciaban una introducción a la ingeniería civil.

Al principio del siglo XIX fue creada la Academia Real Militar, donde se impartía una enseñanza de carácter militar entre 1812 y 1823, cuando decidió aceptar a civiles como estudiantes. Ese curso duraba siete años y su propósito consistía en formar ingenieros para fines militares y de construcción civil, además de formar matemáticos y profesionales de las otras áreas que componían las ciencias físicas y naturales. En los cuatro primeros años establecía una formación matemática de los futuros ingenieros; en consecuencia, el currículo de matemática para los cuatro primeros años del curso se componía de aritmética, álgebra, geometría euclidiana, geometría descriptiva, geometría analítica, trigonometría, trigonometría esférica y cálculo diferencial e integral, entre otros tópicos. Quizá por ello ese currículo de la Academia Real Militar se considera el primer curso de matemática superior en Brasil, aunque esté incorporado a la formación de ingenieros.

Para “garantizar un nivel mínimo de estudios, son especificados, en la carta de ley, los libros y tratados en que deberían basarse los profesores para la redacción obligatoria de los respectivos compendios”, Castro (1955: 51). También fueron utilizadas las obras del suizo Leonhard Euler (1707-1783), junto con la de autores franceses como Étienne Bézout (1730-1783), Gaspard Monge (1746-1818), Adrien-Marie Legendre (1752-1833), Pierre Simon Laplace (1749-1827), Gaspard de Prony (1755-1839), Jean Baptiste J. Delambre (1749-1822) y Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762), entre otras.

Según las fuentes, en Brasil no había personas suficientemente habilitadas, y tampoco material didáctico ni de laboratorio, para impartir de manera adecuada los contenidos del curso según establecía la legislación. Además, los candidatos a ser admitidos en la Academia, sabían leer mal y dominar las cuatro operaciones matemáticas. Todo eso dificultaba a los estudiantes del Brasil colonial comprender el cálculo infinitesimal y la geometría tal y como lo explicaban los más avanzados libros de la época. Según Pardal (1985: 71): “estudiar las Matemáticas Superiores, las Ciencias Naturales, la Mecánica, en Brasil de aquellos tiempos, era un acto heroico, que iba al estremecimiento de todas las tendencias, que no encontraba cualquier apoyo en la estructura económico-social dominante, que hería los hábitos de una cultura humanístico-literaria muy sedimentada.”

Los pocos ingenieros que se formaban en la Academia Real Militar se destinaban a la enseñanza, más que a la función de ingeniero, según Vargas (1989). Muchos cambios tuvieron lugar en la Academia Real Militar hasta 1858, cuando pasó a denominarse Escuela Central, inducido por el poder económico. Ahí la enseñanza era esencialmente de matemáticas, ciencias físicas y naturales y doctrinas de la ingeniería civil. A partir de esta escuela fueron creadas otras de carácter civil, aun cuando mantuvieran los estatutos militares hasta la Proclamación de la República, en 1889.

En ese periodo inicial el programa de estudios incluía un curso general con duración de dos años, cursos especiales de ciencias físicas y naturales, ciencias físicas y matemática; cursos para ingenieros geógrafos (dos años), ingenieros civiles, ingenieros de minas, artes y manufacturas, con duración de tres años. Según Castro (1955: 61), “en el Curso de Ciencias Físicas y Matemática fueron creadas las asignaturas de mecánica celeste y física matemática y de complementos de matemática”; y donde los tópicos incluían series, funciones elípticas, cálculo diferencial integral, cálculo de variaciones,

cálculo de probabilidades y matemática financiera. Otras modificaciones fueron establecidas entre 1929 y 1930, con miras a atender las necesidades e intereses vigentes, y conforme aumentaba el número de fábricas e industrias de diversos tipos.

Se considera un hecho que la demanda de nuevos cursos era (y continúa siendo) una consecuencia del propio desarrollo del país. Y a medida que se incrementaba el desarrollo económico de Brasil, los cambios de perspectiva de la sociedad brasileña repercutían, también, en las instituciones de enseñanza superior. Entre las modificaciones en la enseñanza introducidas en las escuelas de ingeniería figura la creación de las facultades de Filosofía, Ciencias y Letras, donde se asumía la enseñanza de asignaturas básicas: en primer lugar, matemática para los cursos de ingeniería, pero también cursos de biología, química, arquitectura y administración, entre otros. La primera Facultad de Filosofía, Ciencias y Letras fue creada en 1934, en la Universidad de São Paulo (USP), y a partir de ella se crearon otras facultades en las diferentes universidades existentes en ese periodo. Este hecho propició una serie de modificaciones estructurales, pues si por un lado la matemática ‘ganó espacio’ para desarrollarse aún más en el área de investigación; por otro, durante años convergió la sección entre lo que se enseña *versus* lo que se utiliza.

Al final de la década de 1960 tuvo lugar una reestructuración en la enseñanza superior (reforma universitaria) –cuyos resultados nada satisfactorios se reflejan hasta nuestros días según Stemmer y Ferreira (1995). Entre las modificaciones realizadas al sistema universitario pueden señalarse la periodicidad semestral, el sistema de créditos y cursos de enseñanza superior en horario nocturno, ofrecidos principalmente por instituciones privadas.

Si esa reforma educativa motivó, por un lado, que miles de estudiantes realizaran estudios de enseñanza superior en las más diversas áreas, por otro lado, el programa curricular (contenidos, método y sistema evaluativo) debió ser adaptado toda vez que la mayoría de esos alumnos trabajaba en horario diurno y, muchas veces, se dirigían a la escuela directo del trabajo. Por mejor constancia de que se dispusiese, el tiempo restringido para entender los contenidos afectaba el desempeño de muchos de los estudiantes; en consecuencia, varios profesores se vieron en la necesidad de restringir esos contenidos para dar prioridad a lo que consideraban importante o adecuado.

A lo largo de los años, en esa enseñanza de la matemática por parte de la mayoría de profesores de educación superior se han privilegiado las técnicas

y no las aplicaciones, con el consecuente abandono de conceptos e ideas fundamentales implícitos en ellos. En ese método de enseñanza de la matemática la “teoría” se restringe a presentar definiciones, propiedades y, en la secuencia, “reglas” de resolución, pero sin considerar un eslabón lógico entre ellas, con lo cual se ensancha la línea divisoria entre conocimiento teórico y práctico. Es un hecho que la opinión sobre esta forma de considerar la enseñanza de matemática no es unánime, y en particular cuando se trata de diferenciar entre conocer las definiciones y las técnicas y saber lo que esas definiciones representan –y, en consecuencia, permite comprender algo de la ciencia de la naturaleza, o de las ciencias en general.

Esa formación matemática obtenida por quienes se han tornado como profesores contribuyó, y aún coadyuva, a la necesidad de tener libros de texto para enseñar, reproduciendo muchas veces los mismos ejercicios y aplicaciones matemáticas –quién no recuerda las definiciones clásicas de algunos de esos libros– con la “intención” de ilustrar y/o hacer sentido para los estudiantes. No se objetan las obras, el formalismo de los libros o los ejemplos propuestos por los autores –muchos de la década de 1960–, sino su falta de relación concreta con el curso al que asisten los estudiantes de ingeniería, biología, arquitectura, formación de profesor de matemática, etc. Esto último, sin duda, ha ayudado a que muchos estudiantes y profesores continúen sin saber matemática.

Las consecuencias de esta estructura, la cual se deriva de otras que tienen su nacimiento en la época en que solían adoptarse libros de la Academia francesa del siglo XIX, pueden apreciarse en los resultados de la mayoría de estudiantes hasta nuestros días que no saben aplicar la teoría matemática en sus actividades profesionales. La ignoran y, más aún, ni siquiera la reconocen. Sin identificar cómo esta teoría mantiene los datos procedentes de un proceso práctico, cuando ese estudiante deba actuar profesionalmente tendrá que “empezar a aprender”, y entonces surge un concepto como el de *retrabajo*, tan objetado en décadas recientes.

La enseñanza de matemática circunscrita a la forma abstracta, sin relación con conceptos fundamentales de la ciencia física, contribuye a que ese estudiante (y futuro profesional) no la conciba en sus futuras prácticas, sobre todo cuando requiera de ella. Precisamente esa dificultad que enfrenta la mayoría de estudiantes –desde los primeros años de educación básica hasta el final de la enseñanza superior– para aprender matemática, llevó a un grupo de profesores brasileños a cuestionar la forma de enseñanza practicada en las

primeras décadas del siglo XX y, así, a proponer otras formas de generar el aprendizaje. Esos profesores hicieron posible que la educación matemática se transformara en un área de investigación en el ámbito de la educación brasileña.

LOS PRIMEROS IMPULSOS A LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

La formación de profesores de matemática para la educación básica —a la enseñanza fundamental y media asisten estudiantes de 11 a 17 años—, y de investigadores en las áreas de ciencias, literatura y arte tuvo su inicio en Brasil en la década de 1930, mediante la creación de las facultades de filosofía, ciencias y letras. Hasta ese periodo, la enseñanza de matemática era responsabilidad de ingenieros o de militares inscritos en los cursos de ingeniería.

Sin afán de menospreciar la actuación de esos profesores, ya en esa época había cierto desagrado por parte de estudiantes y docentes sobre *qué, cómo y por qué* estudiar matemática. Ello motivó la emergencia de una nueva generación de precursores de la educación matemática en Brasil, entre ellos Júlio César de Mello y Souza (*Malba Tahan*) y Euclides Roxo. Las obras de ambos autores contribuyeron a la formación de nuevas generaciones de educadores matemáticos, en especial a partir de la década de 1950.

De ese grupo de precursores me gustaría destacar a tres personas especiales para mí: Martha de Souza Dantas, Maria Laura Mouzinho Leite Lopes y Ubiratan D'Ambrósio, pues realizaron una actividad incansable para el fortalecimiento de la educación matemática en Brasil. Entre los abundantes hechos y publicaciones destacan diversas actividades que estimularon la realización de eventos, como la formación de grupos de estudio e investigación, la creación de la Sociedad Brasileña de Educación Matemática. En ese sentido, Martha de Souza Dantas de Salvador (BA) tuvo la iniciativa de realizar el Primer Congreso de Profesores de Matemática en 1955; Maria Laura de Río de Janeiro fue responsable de haber formado el Grupo de Estudio e Investigación, el cual tenía como referencia la realidad concreta de Brasil; mientras Ubiratan D'Ambrosio representó varias veces a Brasil en comités y programas internacionales, para lo cual llevó y trajo abundantes ideas.

No obstante, ese pequeño grupo de precursores se mostraron convencidos de que la enseñanza de matemática precisaba una revisión desde sus funda-

mentos; por tanto, además de participar activamente en eventos nacionales e internacionales, a partir de la década de 1960 proyectaron la formación de los primeros grupos de estudio e investigación en educación matemática. Resulta innegable que esos grupos estimularon la configuración de muchos otros núcleos similares en las más diversas regiones del país, con lo que pudo fortalecerse el movimiento por la educación matemática, mismo que se consolida a partir de la década de 1980, en especial mediante la creación de programas de posgrado en educación matemática; la fundación de la Sociedad Brasileña de Educación Matemática (SBEM) en 1988, y el apoyo del gobierno federal para diversos proyectos.

Entre ellos destaca el Grupo de Estudios y Perfeccionamiento Docente Multidisciplinar (Gead), formado en 1983 y coordinado por los profesores Valdir Floriani y Vilmar Zermiani, integrado por profesores de matemática, ciencias económicas, educación y ciencias naturales (física, química y biología) de la Universidade Regional de Blumenau, y de algunas instituciones de enseñanza del estado de Santa Catarina. Es un grupo interdisciplinario volcado a la investigación, a la extensión y a la prestación de servicios en el área de la enseñanza de matemática y ciencias, o áreas afines.

En ese mismo año los profesores Floriani y Zermiani crearon además el Laboratorio de Matemática (LMF), a fin de emprender diversas acciones, proyectos relacionados con una mejor enseñanza de la matemática por medio de actividades extracurriculares. Entre las acciones del LMF destacan: *a)* Club de Matemática, activo entre 1988 y 1995; *b)* Informática educativa-Proyecto Logo, activo entre 1981 y 2002; *c)* Informática educativa para personas portadoras de necesidades especiales, que funcionó de 1996 a 2002, y *d)* Programa de la Feria de Matemática, el cual se mantiene activo desde 1985. En los tres primeros proyectos fueron atendidos miles de estudiantes de educación básica, además de que se realizaron materiales de apoyo didáctico para profesores. Tales actividades han sido llevadas y compartidas con la comunidad educacional y social por medio del Programa de la Feria de Matemática. Debido a la dimensión alcanzada, durante las últimas tres décadas ha sobresalido la Feria de Matemática-Programa de Enseñanza con Investigación en la Escuela.

La influencia de los estudios e investigación en educación matemática, las acciones emprendidas por parte de los grupos de investigación para la transformación de prácticas en la sala de aula, demandan tiempo. Una generación es lo mínimo que se puede esperar para que algunos cambios sean visibles,

sobre todo en un país con la dimensión territorial de Brasil, donde además existen variaciones culturales, sociales y económicas, que si las tenemos en cuenta, puede señalarse la relevancia alcanzada en determinadas áreas de investigación, entre ellas etnomatemática, modelación matemática, tecnologías de información y comunicación.

La importancia en la implantación de esas líneas de trabajo en las prácticas de sala de aula ha aumentado, en buena parte debido a las Directrices Curriculares Nacionales (DCN). Se trata de estructuras compuestas de una serie de elementos basados en los resultados de esas investigaciones: cursos de formación de profesores (inicial y posgrado) que constaron en las materias curriculares de educación matemática; la celebración periódica del Congreso de Educación Matemática en los ámbitos regional, estatal, nacional e internacional; elaboración de libros didácticos con la perspectiva y orientación establecidas por la investigación. Si bien todavía estamos lejos de un ideal de educación matemática, la forma en que este movimiento gana fuerza es mediante la reflexión y la (re)estructuración de los cursos de formación de profesores y los apoyos gubernamentales, lo cual permite pensar que algunos cambios esenciales podrían empezar a notarse en la presente década.

FERIA DE MATEMÁTICA-PROGRAMA DE ENSEÑANZA CON INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA

Los profesores Floriani y Zermiani idearon la Feria de Matemática como una derivación de la Feria de Ciencias, en tanto ésta es una *muestra* de proyectos de investigaciones desarrollados por estudiantes. Y como tales tienen su origen durante los primeros años del siglo XX, impulsadas por un grupo de profesores estadounidenses. En ese sentido, la *muestra* permitiría que los estudiantes que desarrollaron algún proyecto expusieron sus ideas; sin embargo, el objetivo principal consistía en incentivar a otros alumnos a querer tener proyectos de manera constante, y a seguir en ese camino. En Brasil, la I Feria Nacional de Ciencias tiene lugar a finales de la década de 1960, en la ciudad de Río de Janeiro (RJ), en la que fueron presentadas cerca de 1500 producciones y asistieron alrededor de 4000 estudiantes de todo el país. Esta reacción inicial estimula la realización de otras, e incluso de actividades similares, como la creación de clubes y olimpiadas de ciencias y de matemática en la mayoría de escuelas, ciudades y estados brasileños.

A partir de la idea de Feria de Ciencia, los profesores Floriani y Zermiani propusieron crear la Feria de Matemática en 1984. Con ello se trataba de crear un programa para incentivar el estudio y la investigación realizadas por estudiantes de educación básica (infantil, fundamental, media), educación especial y enseñanza superior, con la orientación de sus profesores y en los espacios y periodos escolares; pero también se pretendía difundir esos mismos estudios e investigaciones en la comunidad mediante una exposición o muestra. Tal proceso de difusión buscaba en realidad la socialización, en tanto se trataba de expresar los conocimientos y propuestas del alumnado en un lugar público y con fecha determinada de antemano, con el fin de exponer, transmitir y ceder a otros estudiantes –y a la comunidad– la esencia y el resultado de un aprendizaje fecundo.

El objetivo principal de esa feria consiste en desarrollar el potencial inherente de los estudiantes en la escuela, de tal modo que puedan perfeccionar sus conocimientos de manera continua, y que ese conocimiento les asegure una independencia personal, su propia existencia en el transcurrir de la vida. Aquí la escuela es entendida como espacio y estructura física, periodo lectivo, programa curricular y normas y reglas oficiales. Se trata de un programa educativo de carácter científico-cultural, que alía vivencias y experiencias, y cuyo resultado del estudio y/o investigación culmina en una muestra pública de estudiantes y profesores-orientadores; todo lo cual debe conjuntar integrantes de instituciones educativas públicas y privadas de relevancia para la comunidad interesada.

La importancia científica de este programa impacta cuando el estudiante decide convertirse en investigador, para lo cual participa en todas las etapas del estudio/investigación (elección del tema, objetivo, formulación del problema, procedimientos, cronograma, ejecución y análisis de los resultados) con el apoyo del profesor. Cada docente orientador busca envolverlos en el aprendizaje y en la investigación e instigar el espíritu científico. Así, los gestores –responsables por la organización y realización de las ferias del proceso al resultado– precisan tener el foco en la continuidad, en la promoción del conocimiento en beneficio de la sociedad.

El Programa de la Feria de Matemática culmina en un proceso iniciado a partir del interés de grupos de estudiantes, apoyados por sus respectivos profesores, en realizar investigaciones sobre algunos temas/asuntos en los espacios y periodos escolares; y cuyos resultados son presentados durante dos días en la exposición de la Feria de Matemática. Sin embargo, debe

también mencionarse la adhesión de los familiares, el compromiso de la comunidad educativa y el apoyo de diversas instituciones de los gobiernos municipal, estatal y federal.

Este proceso tiene lugar en cada Escuela (pública y privada), y ocurre de la siguiente forma:

- 1) Los profesores, interesados en desarrollar sus prácticas pedagógicas con ese foco en el estudio/investigación, proponen temas de trabajo que puedan llevar a los estudiantes a interesarse y a comprometerse.
- 2) Los estudiantes, motivados en aprender, hacen saber los datos relativos al tema elegido; estudian los tópicos matemáticos, buscan comprender y formular los datos, y analizar la validez de los resultados; éstos se expresan por escrito y de manera oral en la exposición de la feria.
- 3) Los dirigentes se comprometen a otorgar apoyos a los profesores, y buscar la adhesión de los familiares.
- 4) Los dirigentes apoyan además la organización de la Feria de Matemática Escolar de manera que sea factible presentar los resultados de esos estudios o investigación.
- 5) La comunidad escolar (padres, profesores y gestores) se compromete a llevar a los grupos de estudiantes, cuyos estudios/investigación fueron elegidos, como elementos de relevancia en la respectiva Feria de Matemática.

Los estudios o investigaciones de los estudiantes son organizados en *modalidades y categorías*. La modalidad es un aspecto particular en que el estudio y/o investigación de los alumnos se divide en matemática aplicada y/o interrelación con otras asignaturas; materiales y/o juegos didácticos, y matemática pura. La categoría se fija en función del periodo escolar del estudiante: educación infantil (3 a 6 años), años iniciales de la enseñanza fundamental (6 a 10 años), años finales de la enseñanza fundamental (11 a 14 años), enseñanza media (15 a 17 años), educación especial (estudiantes en instituciones de educación especial) y enseñanza superior. En la exposición de la feria también pueden presentarse investigaciones realizadas por profesores y miembros de la comunidad interesada.

Los profesores y gestores relacionados con el Programa de la Feria de Matemática acompañan el proceso durante todo el año lectivo; de ese modo se evidencia el procedimiento pedagógico inferido en el programa de

matemática de cada escuela, y se define la categoría y la modalidad en que la producción académica –el estudio y/o la investigación– pueda ser inscrita en la muestra de la Feria de Matemática.

En cada una de las escuelas se realiza una primera muestra o exposición; sin embargo, algunos de esos estudios o investigaciones, los más destacados de esta primera etapa, luego de un proceso de selección son llevados a otra muestra de la misma zona escolar. Los estudios relevantes siguen participando en las ferias y remontando las muestras en el ámbito escolar, municipal, regional, estatal y nacional. Esto es, cada una de las ferias alcanza su cumbre durante la exposición, cuando los grupos de estudiantes y sus profesores-orientadores exponen las producciones propias (estudios o investigaciones) a la comunidad. En una muestra estatal, por ejemplo, esos grupos pasaron por las respectivas ferias Escolares, municipales y regionales.

La feria de cada escuela conduce a una red de ferias de matemática: de la escuela, del municipio, de la región, del estado y la nacional. Esta red se compone de un conjunto de relaciones y comparte estudios o investigaciones entre estudiantes, profesores-orientadores, gestores de instituciones educativas, y envuelve una secuencia de acciones entrelazadas, dotada de procedimientos y estructura pre-definida. La esencia de la red de ferias de matemática se encuentra en el entrelazamiento de las ideas, de los resultados derivados de los estudios y experiencias de las clases regulares en el espacio escolar y, especialmente, de la comunión entre todos los involucrados, lo cual favorece, en particular, la educación matemática, y la educación en general.

Cabe resaltar que la Feria de Matemática no restringe la muestra al público, a la comunidad. En ese mismo sentido, esas muestras de las producciones (estudio o investigaciones) de los estudiantes no se encuentran alejadas de las actividades escolares, como algo preparado sólo para la exposición en la feria. Como programa de enseñanza con investigación, cada fase del proceso, tanto el desarrollo de estudios/investigaciones como el resultado y la muestra en la Feria de Matemática (en los diversos ámbitos) pasa por un sistema organizacional.

Durante la muestra en la Feria de Matemática, el intercambio estimula a grupos de estudiantes, profesores y comunidad escolar a seguir en ese proceso y, especialmente, contribuye para que sus pares transiten por esa misma vía de investigación. En ese espacio, a partir del área de matemática, se fortalece el valor de la educación, en particular de la importancia atribuida

a la producción de conocimientos y, en consecuencia, de productos, técnicas y tecnologías.

En la organización en cada una de las etapas la cooperación de todos los involucrados es fundamental. En este proceso cooperativo algunos atributos son obligatorios: conocimiento, censo crítico y creativo, autonomía, socialización, interacción e integración. Se requiere el compromiso de cada uno por los demás, y de los demás para cada una de las personas involucradas: estudiante, profesor, dirigente, familiar. El principio general de la Feria de Matemática implica los tres sentidos de inicio, fundamento y conducta, toda vez que va más allá de los límites del ámbito académico al motivar y comprometer a los participantes –en especial a estudiantes y profesores– conocer más sobre su entorno, valorar las acciones de los involucrados e instigar a la comunidad escolar a fortalecer la educación.

Ente 1985 y 2014, mediante el Programa Red de Ferias de Matemática se promovieron alrededor de 400 muestras de Feria de Matemática, ya fuesen municipales, regionales, estatales o nacionales. Participaron de manera directa cerca de 35 000 estudiantes y profesores de educación básica, educación especial y enseñanza superior en la exposición de las producciones (estudios o investigaciones); además cerca de 200 000 personas de la comunidad visitaron las exposiciones de las ferias. Se destaca que el programa organizó, incluso, ferias de matemática especiales en cuatro congresos de educación matemática, realizados a escala nacional e internacional.

De los miles de estudios/investigaciones presentados en las ferias, parte importante se encuentra en la categoría de matemática aplicada y/o interrelación con otras asignaturas. Desde el inicio de la década de 1990 un porcentaje significativo de estudiantes investigadores busca utilizar el modelaje matemático. En un estudio realizado por Biembengut y Zermiani (2011) fueron identificados cerca de 500 estudios o investigaciones de modelaje en las últimas cinco muestras de las ferias estatales. Dado que en estas ferias las producciones representan alrededor de 10% de las realizadas a nivel escolar y regional, se puede suponer que son cerca de 5 000 muestras sólo en modelaje matemático. La calidad y la creatividad de los estudios o investigaciones a escala estatal expresan el desarrollo de los estudiantes y de los profesores.

Este Programa de la Feria de Matemática, que emergió a modo de tentativa para instigar una mejoría en el proceso enseñanza y aprendizaje de matemática, durante las pasadas tres décadas se transformó en uno de los marcos de la educación matemática del estado de Santa Catarina, con el

objetivo de fortalecer los procesos educativos estatales. El reconocimiento y la consolidación del programa se deben, sin duda, a quienes colaboraron en todas las fases del proceso, y en particular a aquéllos que presentaron sugerencias o añadieron elementos para mejorar los procedimientos académicos.

Durante ese lapso de 30 años de actividades en las muestras de cada una de las ferias se ha logrado identificar a estudiantes con capacidad de expresar su conocimiento en el área de matemática en función de su nivel de escolarización. Y si bien no se ha podido establecer un seguimiento para saber cómo fueron los años subsecuentes de esos miles de estudiantes, de diversos grados escolares, que han participado en alguna de esas ferias, creemos que los gestores y profesores afiliados a ese programa han sembrado conocimiento en los límites de la estructura educativa.

A lo largo de esas tres décadas el Programa de la Feria de Matemática ha llevado a profesores, estudiantes, futuros profesores y gestores a plantear diversas cuestiones: ¿para qué?, ¿cuál es la finalidad?, ¿cuáles son las características de las producciones?, ¿cómo organizar una feria de matemática? Preguntas como estas han contribuido a establecer formas, caminos y directrices que, a su vez, implican nuevas cuestiones, puntualizaciones, críticas y propuestas, todo lo cual aporta un matiz peculiar a este movimiento por las ferias de matemática.

Como parte del actual Programa de la Feria de Matemática cabe destacar la realización de cursos, seminarios a nivel nacional y textos de carácter didáctico y científico. Se trata de un movimiento en el más amplio sentido de la palabra, pues ha generado un cambio en la concepción de la enseñanza, la matemática y la ciencia; un impulso de los participantes (profesores, estudiantes) para conocer y motivar a otros a aprender, y la evolución que se deriva de tal proceso.

PROPUESTAS Y POSIBILIDADES

El Programa de la Feria de Matemática ha sido uno de los más destacados en el área de la educación matemática en Brasil durante las pasadas tres décadas, y su potencial permite vislumbrar la educación en los próximos decenios de este siglo XXI. Los años ochenta marcaron la consolidación de un movimiento por la educación matemática en diversos países, proceso que se venía delineando desde principios del siglo pasado. En Brasil, la década de

1980 instigó la formación de grupos de estudios e investigación en distintas universidades del país, habida cuenta de las fuertes críticas planteadas en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática desde el nivel de educación básica.

Entonces se trataba de impulsar una educación para todos, y se consideraba que el aprendizaje de la matemática resultaría esencial para mejorar el currículum de las ciencias. Sin duda, estas ideas contribuyeron para que los profesores de todo el país dispusieran del impulso para realizar proyectos, entre otras propuestas educativas con lineamientos propios. Así, por ejemplo, el Programa de la Feria de Matemática tenía (y sigue teniendo) como finalidad principal promover enseñanza con investigación en los límites y en los tiempos escolares, y cuyas producciones resultantes pudieran ser presentadas en la muestra de la Feria de Matemática.

Ahora bien, por más que este programa se ponga de manifiesto en documentos oficiales, y sea defendido por investigadores en todo el país, en el estado de Santa Catarina ese propósito –enseñanza de matemática con investigación, realizada en los límites escolares– sólo ha podido realizarse con una parte mínima de los estudiantes de esa entidad federal. Incluso en nuestros días, practicar enseñanza con investigación en los límites escolares tiene poco sentido debido a la estructura educativa vigente, en la cual aún se manejan conocimientos oficialmente establecidos y divididos en asignaturas, y cada una es responsabilidad de un profesor; aún más: cada profesor obtuvo del mismo modo su formación en esta estructura estratificada.

Ese entendimiento impulsa a reflexionar sobre la siguiente cuestión: ¿por qué la educación brasileña continúa con el mismo sistema y la misma práctica de enseñanza a pesar de las propuestas avaladas en documentos oficiales, de las críticas vigentes, de las exigencias educativas que advienen del mundo en este tercer milenio?

Con base en la primera propuesta de Bréhier (1962), podría conjeturar que la *estructura* (constitución, organización) de la enseñanza de la matemática en Brasil, incluso en nuestros días, es consecuencia de concepciones de enseñanza (unidades) introducidas en la multiplicidad de ideas, valores, conocimientos generales y específicos de los profesores y gestores de los cursos de formación para maestros.

Las consecuencias de esta estructura se expresan en los resultados de la mayoría de estudiantes brasileños; esos resultados –bajo desempeño en las evaluaciones educativas (nacionales e internacionales) y en el campo profesio-

nal— indican que los estudiantes expresan un saber, pero no comprenden que cada teoría sigue leyes propias de esta realidad y, en consecuencia, tampoco entienden tal realidad sobre un adecuado lenguaje de matemática.

En el espacio escolar la experiencia fortuita del vivir se sistematiza tan sólo para adquirir conocimientos elementales, y preparar al alumno en función de la actuación profesional y social requerida. Y la adquisición de ese saber requiere espacio, tiempo y personal preparado para constituirse en un hecho de la educación formal; por lo demás, el conocimiento aumenta de manera constante, y lo que se puede enseñar en la escuela es ínfimo frente a lo que existe. Es en esos términos que pueden retomarse las cuestiones subrayadas al inicio: *a)* ¿cómo capacitar a los estudiantes de educación básica para que puedan, por ejemplo, conocer la relación entre las ciencias y las humanidades? *b)* ¿cómo proporcionar esta formación requerida, y propuesta en la LDB, si la estructura educacional vigente no ha contribuido para este objetivo?

Un posible camino sería mediante proyectos de programas de enseñanza e investigación que permitan a los profesores (de educación básica y de enseñanza superior) aprender para enseñar, de manera cotidiana y en sintonía con los cambios gestados en el sector educativo. En ese sentido, el Programa de la Feria de Matemática, por ejemplo, se revela con vivencia y, al mismo tiempo, ha logrado establecer nuevos objetivos, generar saberes sin limitarse a los contenidos de la asignatura y, en concreto, ha contribuido a la formación académica de una gran cantidad de estudiantes que asistieron a tomar ciencia en las muestras de las ferias (Biembengut y Zermiani, 2014). En consecuencia, la Feria de Matemática no sólo promueve conocimientos, combinando y (re)combinando experiencias, también constituye un camino para quienes buscan participar y/o tienen interés por conocer, ver y entender.

El valor de este y otros programas en el área de educación Matemática se encuentra no sólo en la posibilidad de contribuir en la formación académica de los estudiantes brasileños en los límites de la asignatura de matemática, sino además en servir como orientación para otras materias escolares de educación básica y de enseñanza superior. Lo anterior se consigue una vez que cada estudiante involucrado descubre, por medio de esta enseñanza con investigación, en *qué* quiere ser mejor y así, tener más conocimiento para llegar al punto que pretende. Y aun cuando esta investigación, realizada en los límites escolares sea una sola experiencia para el alumno, al menos puede valer como punto de partida y propiciar una especie de revelación sobre lo que espera conseguir.

Sabemos que se aprende en el hacer, y que la investigación académica contribuye para este ‘aprender a hacer’ y ‘hacer para aprender’; es decir, se establece una cierta simbiosis e interacción continua entre las personas y el medio. Al final de la interacción, esencia del vivir, adquirimos, deducimos y diseminamos conocimientos. Con base en todo lo que se ha vivido, las experiencias y las observaciones realizadas pueden ser transformadas en un bien.

Por tanto, si esperamos mejorar los procesos de la educación vital por medio de la educación formal, aunque lleve mucho tiempo, resulta imprescindible motivar a los profesores, no sólo de matemática, a querer emprender proyectos que en verdad puedan generar conocimientos en los límites de las asignaturas; sobre todo que guíen a los estudiantes –tanto de educación infantil como de enseñanza superior– para descubrir algo que los impulse a saber más. Se trata de crear contextos que les permitan ver nuevas realidades ya presentes, pero que no se expresan por medio de la enseñanza irreflexiva y las trabas lineales del programa curricular. En otras palabras, saber originar conocimientos nuevos sobre cuestiones diversas que permitan ver otras realidades, quizá incapaces de ganar visibilidad significativa para mejorar los saberes en la forma de enseñanza que se mantiene vigente en la educación formal no sólo de Brasil.

Como dice Bréhier (1962), el presente aclara el pasado porque se perciben las consecuencias actuales de una época anterior. De acuerdo con la segunda proposición de Bréhier, ya citada, las consideraciones que expongo en este ensayo implican un *juicio de valor*: satisfacción en relación con los programas de extensión e investigación que buscan contribuir con la educación matemática en Brasil; e *insatisfacción* en cuanto a la enseñanza vigente en todos los niveles de la educación formal, a pesar de las críticas y documentos oficiales. Seguramente habrá otras interpretaciones realizadas por otros investigadores y de acuerdo con otro momento de la educación matemática: de la unidad introducida en la multiplicidad.

REFERENCIAS

- Biembengut, M. S. (2014). *Modelagem no ensino*. Blumenau: Edifurb.
- Biembengut, M. S. y Zermiani, V. J. (2014). *Feiras de Matemática: história das ideias e ideias da História*. Blumenau: Nova Letra Editora.
- Brasil (1996), Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LDB (Lei nº. 9.394).

- Bréhier, E. (1962). *Historia de la filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Castro, F. M. O. (1955). *A matemática no Brasil*. São Paulo: Melhoramentos.
- Pardal, P. (1985). *Brasil 1792. Início do ensino da engenharia civil e da Escola de Engenharia da UFRI*, Rio de Janeiro: Fundação Emilio Odebrecht.
- Stemmer, H. A. y Ferreira, R. S. (1985). *Engenharia civil 25 anos*. Florianópolis: Editora dos Autores.
- Teles, P. C. S. (1993). *História da engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: Clavero Editora.
- Vargas, M. (1989). Os cem anos da Politécnica de São Paulo. En *Contribuições para a História da Engenharia no Brasil. Comemorativo do centenário da Escola Politécnica de São Paulo* (pp. 308-320). São Paulo: EDUSP.