

# **Perspectiva de la praxis en Educación Matemática:**

## **Compromisos y acciones para una reforma fundamentada del currículo**

Ángel Ruiz

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

### **Introducción**

Desde hace unos 25 años uno de los principales focos de atención en mi trabajo académico ha sido la Educación Matemática. Sin embargo, han habido otros que curiosamente se han entrelazado, y lo han hecho particularmente en los últimos tres años dentro del escenario de una reforma de las Matemáticas escolares que me ha tocado diseñar, nutrir y dirigir en mi país de nacimiento: Costa Rica. En este proceso hemos dado el nombre de *Perspectiva de la praxis* a la orientación seguida. Para comprender cómo se han cruzado estos procesos debo empezar por hacer un breve recorrido por algunas de mis etapas intelectuales. De ahí, paso a comentar las acciones realizadas para el diseño y la implementación de un nuevo modo de entender la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en mi contexto.

### **Evolución de actividades**

Circunstancias particulares me condujeron durante años a abrazar las Matemáticas como formación inicial, pero antes ya me había enamorado de la Filosofía, e incluso de la Física. De esta última me separé rápidamente en la universidad, pero la Filosofía fue persistente. Tal vez un momento decisivo en mi evolución fue la lectura de un pequeño libro de Bertrand Russell escrito en 1919 mientras estaba en la cárcel: *Introducción a la Filosofía Matemática*. Aparte de consideraciones sobre el proyecto logicista, este autor indicaba dos posibles formas de ver las Matemáticas:

Las matemáticas son un estudio que, cuando partimos de sus partes más conocidas, podrían ser tratadas en dos direcciones opuestas. El sentido más familiar es constructivo, hacia una complejidad creciente: de los enteros a las fracciones, números reales, números complejos; de la suma y la multiplicación a la diferenciación y la integración, y de aquí a la matemática superior. La otra dirección, que es menos familiar, procede mediante el análisis a una mayor abstracción y simplicidad lógica; en lugar de preguntar qué se puede definir y deducir de lo que se supone para empezar, pedimos saber cuáles son las ideas y los principios más generales que se encuentran, y en términos de los cuales nuestro punto inicial es definible o deducible. Realizar esta dirección opuesta es lo que caracteriza a la filosofía matemática en contraposición con las matemáticas ordinarias. Sin embargo, se debe entender que la distinción no está en la disciplina sino en la mente del investigador. (Russell, 1919, p. 1)

Me identifiqué inmediatamente con lo que yo interpretaba entonces era esa última perspectiva de Russell, sumergiéndome en el tema de los fundamentos de las Matemáticas por varios años. Pero a

pesar de apreciar mucho a Russell, el Logicismo no me apasionaba, y aún menos el Formalismo de Hilbert. Me gustaba más el Intuicionismo de Brouwer, aunque ninguna de las tres corrientes llenaba mi espíritu. Me apasionaron los Teoremas de Incompletitud de Gödel publicados en los años treinta, más por sus implicaciones filosóficas que por su metodología original. Veía en estos últimos resultados una crítica de lo que llamé el paradigma racionalista sobre la naturaleza de las Matemáticas, una visión del racionalismo epistemológico a la que yo le asociaba una potenciación del axiomatismo. No me gustaban tampoco los planteamientos tradicionales del empirismo: el mundo empírico imprime sus huellas en un sujeto pasivo. Tampoco iban conmigo las soluciones neopositivistas que a menudo reducían las Matemáticas a la sintaxis. Me resultaba más interesante Piaget, quien añadió una base biológica al papel preponderante del sujeto, pero con un objeto epistémico -en mi opinión- minimizado. Sí me atrajo el cuestionamiento de Lakatos a los esquemas fundacionales sobre las Matemáticas. Lo mío era, eso lo tenía claro, la fusión de una visión falibilista y el otorgar espacio a los influjos empíricos y socioculturales. Las Matemáticas son construcciones donde el mundo influye radicalmente aunque no de manera rígida. Años después resumí lo que aún considero son las Matemáticas:

Las matemáticas son conocimiento de 'lo general' (una manera de hablar) en el mundo que, como todo conocimiento, surge en una relación entre el sujeto y el objeto. Ahora bien, cuando introducimos el vocablo 'lo general' para las matemáticas no pensamos en 'universales' (como Aristóteles) que existen en la realidad; para nosotros, se trata de percepciones humanas sobre el mundo: los conceptos de número 2, de 3 o de 526, nacen de condiciones de la realidad. Los substratos materiales para estos conceptos (abstracciones) son objetos empíricos de las matemáticas. Lo mismo sucede con las nociones de plano, recta, y punto. Evidentemente, no encontramos puntos, planos, rectas y números bailando en el mundo empírico (son conceptos), pero es fácil comprender que éstos poseen referentes en la realidad material. Podría sugerirse que propiedades generales del mundo como la diversidad o la extensión son fundamento de partes de las matemáticas; también podría sugerirse la continuidad física. En todo esto no se debe olvidar que la creación de conceptos e, incluso, la percepción de objetos empíricos que sustentan estos conceptos, depende mucho de nosotros: nuestro ojo, nuestra mente, condiciona lo que vemos. Es decir: vemos y conocemos lo que nuestra realidad nos permite. En esta condición, en lo que somos, participan factores biológicos y físicos pero también sociales (culturales e históricos). (Ruiz, 2000, p. 54)

Si las Matemáticas se perciben así, debe asumirse una visión coherente sobre la preparación escolar en Matemáticas. Ya en 1987 había afirmado lo siguiente:

Lo abstracto puede llegar a ocupar papeles muy decisivos en la construcción matemática, pero de manera general, sumergidos en un marco teórico vinculado al devenir físico y social (a la naturaleza y a la sociedad). La axiomática y lo formal si bien útiles en la expresión, son completamente secundarios en la construcción matemática. Los énfasis y sobrevaloraciones que se les han dado solo han conducido a desvirtuar la naturaleza y el sentido de las matemáticas. Por otra parte, consecuencia de lo anterior, es necesario introducir énfasis en la utilidad de las Matemáticas. También en su relación con las demás ciencias. (Ruiz, 1990, p. 189)

Transcurridos algunos años, estas aproximaciones teóricas han ido calando más en la comunidad internacional, pero por aquel entonces no eran las más populares. En esos años formulé también una visión epistemológica que rompía con la dicotomía entre sujeto y objeto e introducía el extremo de “lo social”: el contexto social es decisivo en tanto que influye en el movimiento del sujeto y, a veces, incluso modifica la realidad del objeto. La referencia a lo social como factor epistemológico implica de una manera más precisa una referencia a la Historia misma ya que da dimensión histórica a los procesos del conocimiento.

En los ochenta, entendía que si bien la Historia de las Ciencias resultaba ciega sin la Filosofía, la Filosofía sin Historia era vacía. Me interesé entonces por la Historia de las Ciencias y las Matemáticas, y eso me condujo a participar en un proyecto que duró una década: traducir al español las *Disquisitiones Arithmeticae* de Gauss, obra escrita en latín y de la que había versiones en alemán, francés, inglés, ruso, pero no en español. No fue mi idea inicial, pero terminé nutriendo y coordinando esta obra que la *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* publicaría (Ruiz, Barrantes y Josephy, 1995). Nuestra versión no solo contenía comentarios útiles para una lectura moderna de la obra y una significativa introducción histórica de la teoría de números, sino que corregía varios errores que incluso tenía la última versión traducida en inglés. Todo esto ocurría dentro de la vinculación laboral que inicié a mis 18 años con la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica.

Mi interés por la Historia tuvo otra desembocadura: la primera Historia de las Matemáticas de Costa Rica. La traducción de la obra de Gauss estuvo llena de complicaciones filológicas, cuidados para preservar el sentido matemático de sus contenidos, pero también dificultades técnicas pues se trataba de un escenario en que el formato *Plain TeX* exigía construir centenares de macros para apenas dar cuenta de la simbología del libro. Describir las Matemáticas de Costa Rica era otra tarea complicada: éstas debían ser escudriñadas con los métodos del historiador profesional a partir del estudio cuidadoso de fuentes primarias y secundarias. Este proyecto complejo me llevó a incorporar académicos no solo de la Escuela de Matemática sino de otras facultades y universidades. Las editoriales de la Universidad de Costa Rica y de la Universidad Nacional realizaron la publicación final en 1994: *Historia de las Matemáticas en Costa Rica. Una introducción*. En su introducción, con sustento en la aproximación epistemológica que mencioné arriba, expresé una visión “externalista” alejada del dominante “internalismo” (Sarton) pero también del rígido “externalismo” influenciado por el marxismo (Bujarin, Bernal).

En Barrantes y Ruiz (1998) publicamos, de nuevo a través de la Academia Colombiana, una reseña del *Comité Interamericano de Educación Matemática* (CIAEM), que había sido fundado en 1961 en Bogotá, en esencia por motivación de Marshall Stone y de la *Reforma de las Matemáticas Modernas* que se había impulsado en varias partes del mundo desde los años cincuenta. Este libro fue una propuesta del CIAEM y particularmente del dominicano Eduardo Luna quien era entonces su presidente. El libro se convirtió en una referencia obligada para comprender los pormenores de esta reforma en América Latina. Mi relación con el CIAEM había empezado años atrás gracias a Ubiratan D'Ambrosio. Conocí a Ubiratan en un Seminario en Bogotá, *International Conference on the Nature of the Epistemological Inquiry*, en febrero de 1984. Se generó entre nosotros una gran química y se inició nuestra colaboración. Curiosamente, el primer evento al que Ubiratan me invitó no fue de Matemáticas ni de Historia, fue una *Pugwash Conference on Science and World Affairs* en Brasil, en 1985, parte de un movimiento de científicos que fundaron Bertrand Russell y Albert Einstein y que acabaría recibiendo el Premio Nobel de la Paz. Durante casi tres lustros estuve fuertemente involucrado con Pugwash. El siguiente evento sí fue de Historia: *I Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias y la Tecnología*, en Cuba. Ese mismo año participé por primera vez en la CIAEM, en México, dos años después fui conferencista en la República Dominicana y elegido secretario de esta organización.

En 1979 había iniciado mi colaboración intelectual con Hugo Barrantes, matemático y educador de mi Universidad, antiguo compañero de estudios, quien me ha acompañado y apoyado en casi todas mis aventuras intelectuales hasta hoy y al que le estoy infinitamente agradecido.

La política influyó mi visión intelectual sobre las Matemáticas, la Filosofía y la Historia. Luego de una breve incursión en ideas anarquistas decidí abrazar el marxismo y, tras un corto paso por un partido socialista de filiación castrista, las filas del trotskismo. Durante años fui dirigente estudiantil, sindical, académico y sobre todo comunal. A principios de los ochenta me desprendí del trotskismo y del marxismo, y realicé un ajuste de cuentas filosófico con esas ideas en Ruiz (1993). El libro, que contó con el prefacio del presidente de Costa Rica y Premio Nobel de la Paz, Oscar Arias Sánchez, lo había escrito a lo largo de esa década y sólo unos párrafos más a fines de 1989 mientras era investigador visitante en la Universidad de Harvard y veía en la televisión la caída del Muro de Berlín. A pesar de mis posicionamientos en ese libro, no dejé de asumir la relevancia de lo social y de lo material en la construcción cognoscitiva. Eso se reflejaba en mis planteamientos epistemológicos, en la forma de hacer Historia de las Matemáticas, en la manera de intervenir en la academia... En general, la

búsqueda de justicia social, democracia y progreso en la cultura y el conocimiento era y continúa siendo el motor de mi acción en la sociedad.

### **La experiencia en organización y la tarea investigadora**

En mi trayectoria de investigación, las responsabilidades relacionadas con la organización de grupos y eventos académicos han tenido un peso sustancial, ejerciendo con frecuencia influencia en las decisiones y perspectivas adoptadas en el desarrollo de mis estudios. Por este motivo y antes de discutir cómo he usado resultados de investigación en la fundamentación de una reforma educativa, considero importante resumir brevemente algunos de los compromisos institucionales adquiridos. Vista retrospectivamente, esta participación activa en distintos eventos y organizaciones, incluyendo políticas, me ayudó a prepararme para conducir la reforma de la Educación Matemática en mi país.

Después de un *Primer Congreso Nacional de Matemáticas* en 1983 organicé dos más, además de cinco *Congresos Centroamericanos y de El Caribe de Historia de las Ciencias y la Tecnología* (el primero se llamó “Seminario” y lo organicé con Luis Camacho-Naranjo y Giuliana Vicarioli). En 1991 inicié la tradición de los *Simposios Costarricenses sobre Matemáticas, Ciencias y Sociedad*. Los otros congresos dejaron de realizarse cuando dejé de organizarlos, pero los simposios ya celebraron su vigésimo-quinta edición en 2012. En 1990 fundé el *Programa de Investigaciones Metamatémicas* en mi Universidad, para cobijar todas nuestras investigaciones. En 1997, este programa dio lugar al *Centro de Investigaciones Matemáticas y Metamatémicas*, en cuya dirección estuve hasta el 2011 salvo por un año.

En 1988 también fundé en mi Universidad una asociación de catedráticos que buscaba la reforma universitaria en sintonía con el progreso más amplio de la sociedad costarricense: *Grupo de estudios Rodrigo Facio*, que duró unos diez años. Muy ligado a este grupo publiqué *La Tercera República, un ensayo sobre la Costa Rica del futuro* (Ruiz, 1991), con múltiples propuestas para diversas dimensiones de la vida nacional incluyendo la educación, la ciencia y la tecnología.

Mi experiencia académica, organizativa y personal se vio ampliada al vincularme en 2001 a la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional. El propósito era contribuir a desarrollar investigaciones que allí eran casi nulas. Sin embargo, mi labor se amplió considerablemente pues esa institución estaba a punto de colapsar debido a una jubilación masiva de docentes. Con base en jóvenes talentosos y con el apoyo de algunas autoridades universitarias reconstruimos la Escuela: se enviaron estudiantes a realizar posgrados, se crearon destrezas para investigar, diseñar proyectos, organizar eventos, escribir artículos y construir rutinas académicas. Esto lo hicimos con Edwin Chaves, con quien se inició una

colaboración de trabajo muy destacada. Tanto Hugo Barrantes como Edison de Faria y otros colegas de la Universidad de Costa Rica aportaron mucho en esa reconstrucción. Dentro de esta experiencia, que duró hasta 2009, nació en 2006 el *Programa Interinstitucional de Investigación y Formación en Educación Matemática* que en 2011 se pasaría a llamar *Centro de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Esta organización creó los *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* en 2006, que es hoy la revista más importante en Educación Matemática para la región centroamericana, con impacto internacional. Durante esos años desarrollamos trabajos sobre resolución de problemas, modelación, currículo, didácticas específicas en diversas áreas matemáticas, sobre la escuela francesa y la holandesa en Didáctica de las Matemáticas, usos de historia y tecnologías en la enseñanza de las Matemáticas, así como múltiples investigaciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas en Costa Rica.

Mi participación en escenarios internacionales se amplió desde el 2003 cuando asumí una vicepresidencia del CIAEM y desde 2007 su presidencia. Sin proponérmelo, he asumido, también en dos ocasiones consecutivas, una de las vicepresidencias de la *International Commission on Mathematical Instruction* (2010-2016). Más recientemente fundé la *Red de Educación Matemática de América Central y El Caribe*, que nació en la *Escuela Seminario Internacional Construcción de Capacidades en Matemáticas y Educación Matemática* realizada en Costa Rica en 2012, parte del *Capacity and Networking Project* de ICMI. En este escenario desarrollé una estrecha colaboración con dos insignes investigadores en Educación Matemática: Patrick Scott (EUA) y Eduardo Mancera (México), quienes me han acompañado en la reconstrucción del CIAEM con una perspectiva intelectual renovada, dinámica, estratégica e internacional.

### **La investigación orientada a la creación de un nuevo currículo escolar**

En mayo de 2012 el Consejo Superior de Educación de Costa Rica (órgano a cargo de las decisiones curriculares y educativas estratégicas) aprobó nuevos programas de estudios en Matemáticas para todos los niveles de la educación preuniversitaria, que empezaron a implantarse en 2013 (MEP, 2012). El nuevo currículo nació a solicitud del Ministro de Educación Pública, quien en octubre de 2010 me pidió elaborar un diseño curricular. En menos de tres años, se ha dado no solo un cambio de programas de estudio sino también el inicio de una etapa en la Educación Matemática del país.

En 1995 se habían aprobado programas de estudio que buscaban romper con aquellos influenciados por la *Reforma de las Matemáticas Modernas*, basados exclusivamente en los contenidos matemáticos y en la lógica o las compulsiones de los gremios de matemáticos profesionales. Este cambio abría una

posibilidad para transformar programas casi intactos desde 1964. En ese momento yo tenía un cuadro claro de lo que habían sido todos los programas de estudio en Costa Rica; en Ruiz (1994) habían ya sido analizados y sujetos a una crítica rigurosa.

Con aquel cambio, el país abrazó la bandera del constructivismo e introdujo cierta invocación de la resolución de problemas. Formé parte de quienes redactaron aquellos programas. Enfaticé entonces lo que llamé un constructivismo empírico, donde además de asumir premisas constructivistas básicas le otorgaba un papel crucial al impacto de las dimensiones empíricas. Mi contribución, sin embargo, no logró fundamentar todos los programas, puesto que solo alcanzó para algunas dimensiones de la enseñanza secundaria. En todo caso, la relación entre fundamentos y malla curricular era escasa. En esos términos no podía haber una perspectiva general integradora y coherente. A pesar de los buenos propósitos de romper con el conductismo, las carencias fueron graves y el currículo no jugó durante los años de su vigencia un papel positivo en los procesos de aula: fundamentos curriculares con pinceladas constructivistas en algunas partes y mallas curriculares tremendamente conductistas. En 2001 y 2005 se hicieron algunos ajustes a estos programas para incorporar cambios que afectaban al conjunto del currículo escolar, pero en esencia no tocaron lo elaborado en 1995.

En 1997 yo había hecho una propuesta al Ministro de Educación Pública de turno para declarar la enseñanza de las Matemáticas como una emergencia nacional. Propuse un cambio de currículo vinculado a los resultados de la investigación y experiencia internacional en Educación Matemática, ajustado a la realidad local, y asociado a una reforma de los procesos de formación inicial y capacitación en servicio. No hubo respuesta entonces, pero quince años más tarde aquellos planteamientos tuvieron eco en nuevas autoridades políticas. Con este nuevo currículo nos propusimos lograr la generación de capacidades cognitivas superiores en los estudiantes de acuerdo a estándares internacionales, pero “conquistando su corazón”: construir una experiencia de aula atractiva, desafiante, capaz de despertar motivación para así desencadenar la mejor acción cognitiva. Estudios previos que realicé sobre la deserción estudiantil fueron instrumentales para sostener esta orientación (Ruiz, 2006).

Un currículo es papel mojado si no se concibe iluminado *a priori* por su implementación. No se trata de hacer un diseño curricular “in vitro” por más calidad y sustento teórico que tenga, y luego proceder a ver cómo instalarlo. Se trata de medir con precisión el tejido de la realidad con sus puntos fuertes y vulnerabilidades y aportar un currículo capaz de hacer progresar la Educación Matemática. Una propuesta curricular así debía encontrar sustento en una visión especial sobre la naturaleza de las Matemáticas. Y en eso teníamos una ventaja comparativa, pues durante muchos años habíamos propuesto desde la Filosofía una perspectiva teórica rigurosa que enfatiza las dimensiones empíricas,

sociales e históricas de las Matemáticas. Con este trasfondo resultó fácil utilizar los términos que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2003) en el marco del Programa PISA 2012 (OCDE, 2013) consignó para “competencia” y “competencia matemática”. Por otra parte, dado el peso de esta organización y de otras ediciones anteriores del mismo programa, incluir dichos términos fue estratégico a fin de conseguir una mayor credibilidad ante las autoridades locales.

Además de ser una decisión en parte estratégica, la ruptura con los currículos “por contenidos” del pasado me condujo a valorar la conveniencia de los enfoques “por competencias”, ya comunes en varios lugares del mundo. En particular, también se volvía útil usar las “subcompetencias” consignadas por PISA, pero debía tomarse en cuenta que estos planteamientos se referían a procesos de evaluación comparativa internacional y no al desarrollo curricular. Para el diseño costarricense preferí el enfoque de PISA, basado en identificar un número pequeño de capacidades transversales a todas las áreas matemáticas a vislumbrar en el mediano o largo plazo (ya sean las ocho de 2003 o las siete que se establecieron en 2010), y no llamar competencias a las capacidades a desarrollar en periodos cortos. Tampoco quise reinventar competencias. Sin embargo, y esto es crucial, decidí emplear las áreas matemáticas y las capacidades de corto plazo asociadas (que llamé “habilidades específicas”) como punto de partida de los programas y de la acción de aula, por delante de las capacidades transversales de mediano o largo plazo. En este diseño una adecuada mediación pedagógica es la que permitiría generar capacidades de corto plazo y también competencias.

Así pues, ¿qué elementos podrían permitir construir capacidades? Propuse tres: organizar la acción de aula, usar procesos matemáticos y trabajar tareas matemáticas en diversos niveles de complejidad. Definí los procesos como actividades transversales a las áreas matemáticas que apoyan la generación de competencias. En este punto, se adoptaron en esencia los cinco estándares de proceso del *National Council of Teachers of Mathematics*, pero de una forma precisa en tanto actividades para el aula. También se propuso que las tareas matemáticas de aula posean tres niveles de complejidad: reproducción, conexión y reflexión (OCDE, 2003). No se plantean, por tanto, como clústeres de competencias en el sentido de PISA. La idea motriz es la acción de aula, que debe establecer una estrategia ajustable a cada entorno con demandas cognitivas de diverso tipo, y no solo de la más baja como ha sido lo dominante en la práctica escolar. Mi propuesta representa una fusión original de competencias y procesos.

Para orquestar una mediación pedagógica capaz de provocar capacidades de corto plazo y transversales de mediano y largo plazo, planteé un modelo de lección para construir aprendizajes: presentación de un problema apropiado, trabajo independiente estudiantil, comunicación y contrastación, clausura. El



esquema anterior integra varios hallazgos proporcionados desde el mundo de la investigación: la necesidad de presentar problemas a los estudiantes que desencadenen su interés y acción cognitiva, ofrecerles tiempo para realizar sus acciones (es imprescindible que puedan enfrentarse de manera independiente al problema), un espacio para que comuniquen sus estrategias, soluciones y donde se contrasten las de todos los estudiantes (es un tiempo para valorar errores, caminos originales, pertinencia, y para entrenar algunas capacidades), y un momento para cerrar cognitivamente la sesión con los elementos matemáticos que se desea sean aprendidos. Los problemas iniciales deben ser suficientemente ricos para generar esta dinámica en el aula. Esto obliga a una selección adecuada de los problemas y a una preparación cuidadosa de las diversas fases de la clase, con el docente como alguien que debe anticipar situaciones y planear su intervención en cada fase.

En la propuesta tomé en cuenta la evolución de los planteamientos sobre la resolución de problemas que se han dado en el mundo desde los ochenta. Al respecto, sin embargo lo más determinante fue mi interpretación de la lección japonesa (Isoda, Stephens, Ohada y Miyakawa, 2007; Ruiz, 2011). No me interesaba ver esta lección como un patrón nacional como hicieron Stigler y Hiebert (1999), ni tampoco afirmar la ausencia de ese patrón como plantearon Clarke, Keitel y Shimizu (2006). La lección japonesa me servía como un estilo de enseñanza para romper con el modelo dominante en las aulas costarricenses en todos los niveles educativos, aunque sintetizando hallazgos de la investigación y la experiencia internacional. Los asuntos a desarrollar en la lección son las habilidades específicas, pero además el docente debe utilizar problemas con diversos grados de complejidad y provocar la realización de procesos. Es un modelo que incluye el enfoque en resolución de problemas, atiende de un modo equilibrado a competencias y procesos, y posee profundas implicaciones para toda acción de aula, no solo en las Matemáticas.

### **Enfoque principal, ejes curriculares e implementación**

En el currículo, la mediación pedagógica basada en el uso de problemas para la construcción de aprendizajes, se llama *Resolución de problemas* y constituye parte del enfoque principal. Otra característica relevante que añadí fue la de favorecer el uso de problemas en contextos reales, o percibidos por los estudiantes como reales. De ahí enfatizamos el uso y construcción de modelos en niveles crecientes de sofisticación matemática según el grado escolar y los instrumentos matemáticos disponibles. Nos distanciamos de los triviales problemas de palabras, en esencia ejercicios matemáticos revestidos de un contexto artificial. Se rescata, por tanto, la tradición de la escuela holandesa (con la

matematización horizontal y la vertical), pero se inscribe dentro de la visión de la naturaleza de las Matemáticas y de la formación escolar que hemos tenido desde hace varias décadas.

Proponer e insistir en un modelo de organización de la lección puede resultar esquemático y reducir creatividad a la acción docente. Pero, sumando y restando beneficios o perjuicios, se pensó lo más apropiado. Es preferible que haya un modelo a seguir que luego se puede ajustar, ampliar o reconstruir, a que no exista nada o, peor aún, a dejar que predomine lo que ha sido hasta ahora un paradigma: iniciar con la teoría, dar ejemplos, efectuar prácticas rutinarias y solo si queda algo de tiempo proponer algún problema desafiante, contextualizado, real.

En esta propuesta subyacen las premisas epistemológicas que elaboramos años atrás, aunque no se explicitaron en el currículo mismo. Asumimos el papel del sujeto en la construcción de aprendizajes (base del constructivismo más trivial, que como dice Kilpatrick nadie negaría), pero no dentro de una epistemología que desestime el papel del objeto epistémico como en el racionalismo o en Piaget (cuando se reduce apenas a una oportunidad para la acción del sujeto). La epistemología que habíamos propuesto resulta instrumental aquí: beneficia el sentido de la independencia necesaria y el papel de los estudiantes en la construcción de aprendizajes, pero también da su lugar a la experiencia del sujeto con el objeto y con realidades (influjo empírico), y al papel de los aspectos sociales (cultura, saberes y reglas de conducta) que subrayan el papel del docente como transmisor de elementos externos a la clase.

Con lo anterior ya sería suficiente para desencadenar el interés y la acción cognitiva estudiantiles, pero convenía hacer explícito el propósito de generar actitudes positivas. Éstas sin embargo nunca aparecen separadas de creencias sobre las Matemáticas o su enseñanza. Es el tipo de asuntos que está presente cuando un estudiante no persevera en la resolución de un problema que le ha tomado más de cinco minutos y piensa que la capacidad matemática es algo que viene dado de antemano. Sin duda es cultural, pues en países de tradición confuciana se pone énfasis en el trabajo y la persistencia como los medios para el aprendizaje y la superación. Este propósito se convirtió en otro eje curricular.

En la misma dirección, la enseñanza no puede desconocer que se trabaja con generaciones nativas en el uso de tecnologías diversas que favorecen la multitarea, el aprendizaje visual y la experimentación. Las metodologías magistrales de tiza y pizarra y por largos periodos de tiempo de concentración deben abrir espacios a nuevos enfoques con uso de tecnología. Esto no es sencillo porque no basta con la interactividad natural de la tecnología; cabe redefinir el lugar y tratamiento de contenidos. Más aún: se asume en este currículo que el uso adecuado de tecnologías a la par de la modelación constituyen factores que brindan a la resolución de problemas un lugar renovador. En Costa Rica además había que

tener en mente algunas otras condiciones: por un lado, que no todas las regiones poseen la penetración tecnológica adecuada y, por otro, que hay una preparación débil en los docentes para el uso adecuado de la tecnología. Había que cubrir los rezagos y pensar en el futuro con un cuarto eje del currículo: uso inteligente y visionario de las tecnologías, aunque modulado para las condiciones locales.

El uso de la Historia se incorporó como un quinto eje. En un principio tuve mis reticencias para introducirlo explícitamente, debido a que durante años ésta había sido mi especialidad y no quería que se viese como una pulsión de un autor que desea incluir su tema a toda costa. Sin duda, el eje ayuda a provocar una perspectiva cultural positiva de las Matemáticas, subrayar el rostro humano de las mismas e integrar varios de los otros ejes. No ha sido usual en los currículos la colocación de este énfasis. Si bien habíamos trabajado desde los noventa en el uso de Historia en la enseñanza y teníamos ejemplos y una perspectiva teórica de cómo hacerla intervenir (Ruiz, 2003), la elaboración del currículo me obligó a desarrollar muchas precisiones, y en cierta medida esquematizar las acciones posibles con la Historia para favorecer así su incorporación en la práctica. Para el currículo dimos especial atención a trabajar con situaciones matemáticas originales, colocadas en la Historia, a partir de las cuales construir aprendizajes directamente conectados a las habilidades propuestas.

El diseño curricular aunque identificando los hallazgos internacionales tenía que ajustar sus contenidos a las condiciones locales. Eran necesarios contenidos nuevos en estadística y probabilidad en todos los grados escolares (algo que había sido dejado de lado o se había hecho mal), así como en geometría analítica y de transformaciones en el plano. Para darles cabida había que quitar otros no esenciales para la preparación matemática intencionada: métodos de factorización, geometría sintética del círculo y de la circunferencia, funciones trigonométricas, etc. Incluso, desde la metodología era posible ofrecer una modulación para la acción de aula: privilegiar la profundidad sobre la amplitud, la calidad sobre la cantidad. El enfoque de resolución de problemas y el trabajo con habilidades específicas (y no los objetivos programados típicos del conductismo) sustentan precisamente trabajar con pocos problemas e integrar el desarrollo de varias habilidades. Pero fuimos más lejos: no bastaba con identificar conocimientos y habilidades matemáticas, había que establecer con precisión sus fronteras y ofrecer ejemplos y orientaciones. Eso dio lugar a una columna de “indicaciones puntuales” que acompaña los contenidos en cada nivel educativo. Un acervo para el docente. En Finlandia o Japón no sería necesario algo más que orientaciones generales para docentes con gran preparación y condiciones para construir la mediación pedagógica. Pero sí en Costa Rica, donde los docentes pertenecen a los percentiles más mediocres de los universitarios y su formación inicial es a menudo insuficiente o inadecuada.

## **Un proyecto y un equipo humano**

Antes de aprobarse el diseño curricular ya se había efectuado una capacitación docente y se había elaborado un proyecto ambicioso para implementar el nuevo currículo: *Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica*. El proyecto arrancó en el 2012 y terminará en el 2015; elaborado con el beneplácito del ministro de educación, obtuvo un apoyo sustancial de la *Fundación de Cooperación Costa Rica Estados Unidos*. El Ministerio de Educación Pública aporta una contraparte en términos de docentes en servicio destacados al proyecto y en gastos de logística para atender algunas acciones.

Mi experiencia con los programas de 1995 fue esencial para de entrada no cometer un error en el diseño curricular de 2012: realizarlo con un equipo redactor no homogéneo y en permanente “tira y encoje” con los funcionarios ministeriales. Una de las principales condiciones que formulé desde un inicio al ministro fue que yo aceptaba el trabajo solo si podía escoger al equipo por completo, a lo que él accedió. Esta independencia era decisiva. No había tiempo para sustituir una trayectoria académica común, un vocabulario uniforme y esa identidad colectiva que da la experiencia, confianza y conocimiento mutuos a lo largo de muchos años. Sin embargo, esto fue visto con recelo por los funcionarios ministeriales y también por algunos universitarios que habrían preferido que el nuevo currículo fuera producto de funcionarios, de gremios sindicales o de delegados oficiales de las Escuelas de Matemática o Facultades de Educación de las universidades públicas locales.

Disponer de un equipo homogéneo, compacto y comprometido fue posible por lo que tal vez constituye uno de los principales aciertos de mi vida profesional: la construcción de colectivos de trabajo, especialmente en la organización de sociedades académicas, de investigación y de eventos, con lazos significativos de lealtad y solidaridad profesional. El equipo inicial para el diseño curricular lo formé con académicos que se habían incorporado en mis acciones en diversas etapas: Hugo Barrantes, Edison de Faria y Edwin Chaves, así como Ricardo Poveda y Oscar Salas. Tiempo después, se reforzó con docentes de la educación primaria y secundaria: Miguel González, Luis Hernández, Damaris Oviedo, Marianela Zumbado y Jonathan Espinoza. Y se incluyeron profesionales con formación en informática y e-learning: Yuri Morales y Alexa Ramírez.

El proyecto nació como expresión de la reforma curricular, pero con una perspectiva más amplia. Su primer objetivo fue realizar una segunda versión de la propuesta que se había presentado en agosto de 2011, bajo consulta de cuatro universidades públicas del país con programas de formación inicial en enseñanza de las Matemáticas. La segunda versión incorporó centenares de recomendaciones y críticas,

dentro de una atmósfera politizada en los medios educativos nacionales, lo cual era esperable dada la profundidad de los cambios presentados. Esa fue la propuesta aprobada por el país.

Otra acción tuvo que ver con el modo de implementar el nuevo diseño curricular en un país en vías de desarrollo: se elaboró un plan de instalación del currículo a realizar de manera gradual durante tres años (2013-2015), con un programa específico para cada año. Esto supuso una ruptura con la costumbre de hacer un currículo y pedir su instalación de inmediato. A continuación, se plantearon planes piloto (2012- 2014) para tomar el pulso a la reforma y adelantar acciones de cada año.

Otro objetivo fue la creación de cursos de capacitación docente. Se buscaba llegar a una gran cantidad de docentes, realizar acciones con coste económico no elevado, mejorar progresivamente las capacitaciones profesionales y construir un liderazgo pedagógico en el país. En esto último se expresaba una condición que estaba presente en nuestras mentes desde el diseño curricular: no era posible tener éxito si no se ganaba también el “alma” de los docentes, y si no se construía una legión de líderes que sirviera de vanguardia en la implementación de los cambios. Para ello, la estrategia seguida ha sido diseñar dos cursos, uno para secundaria y otro para primaria. Ambos con dos etapas: una orientada a líderes y una segunda hacia poblaciones masivas de docentes. En la primera la comisión central del proyecto se encarga directamente de la preparación, en la segunda son los líderes quienes dan la capacitación. El curso es esencialmente el mismo en las dos etapas, salvo que en la primera se deben contemplar espacios para la preparación de la réplica. Para asegurar el mismo curso sin distorsiones en las poblaciones masivas, se usan los mismos materiales y guías en las sesiones con evaluaciones similares efectuadas en línea. Los materiales se colocan en una plataforma Moodle, los docentes deben descargar los documentos, estudiarlos y rendir pruebas de selección única: unas de autoevaluación con retroalimentación para cada opción de las preguntas y otras de evaluación, ambas con un puntaje para aprobar el curso. Hay foros virtuales de apoyo y se desarrollan sesiones presenciales para responder consultas y apuntalar el trabajo independiente mediante explicaciones y talleres. En 2013 se desarrollaron cursos sobre el uso de la historia y las tecnologías, en el segundo tema mediante una estrategia original y vanguardista (sesiones presenciales, a distancia y virtuales), un hito en Costa Rica (Ruiz, 2013).

Se elaboran también cursos enteramente virtuales para aumentar la capacitación docente con mayor flexibilidad. Luego de mucha reflexión se adoptó el modelo de los MOOC (*Massive Open Online Courses*), por su estructura sencilla y dinámica. Aprovechar este modelo para la capacitación docente en medio de una reforma educativa es algo novedoso, que puede incluso superar las dificultades en torno a este tipo de curso en el mundo: deserción elevada y cuestionamiento de la certificación. En este

contexto, se creó una *Comunidad Virtual de Educación Matemática* ([www.reformamatematica.net](http://www.reformamatematica.net)): referencia principal de la reforma, donde hay documentos oficiales, recursos didácticos y foros de apoyo para la implementación. Esta reforma ha hecho de las tecnologías de la comunicación un aliado decisivo. Diseñar y plasmar este proyecto, sus objetivos, su método, su sinergia, así como su perspectiva, recoge mi experiencia política y organizativa.

### **Consideraciones finales**

La comunidad internacional de Educación Matemática ha hablado bastante de reformas o diseños curriculares, pero no en países en vías de desarrollo. Existen diferencias de partida si una sociedad posee o no la mayoría de sus aulas en buen estado, si la preparación docente es de cuatro o cinco años o si es de dos, si hay o no oportunidades dentro de una jornada laboral para hacer investigación o involucrarse en procesos de capacitación. No es lo mismo hacer cambios educativos en una nación homogénea o en una partida por desigualdades socioeconómicas graves. Siempre la vida es territorio para las contingencias, pero hay más de éstas en unos países que en otros.

Para los reformadores educativos de un país subdesarrollado no es posible pensar en estrategias simplemente lineales, acabadas, homogéneas y secuenciales. Se deben tomar en cuenta muchas dimensiones simultáneas, y una en especial: la política. No sólo se trata de asegurar una voluntad gubernamental, sino de entender que un texto curricular nunca morderá la realidad si no se concibe *a priori* en función de esa realidad. La determinación y el dimensionamiento de contenidos, enfoques, métodos, prioridades curriculares plantean una ecuación de diversas variables que debe colocarse en un escenario preciso, y no puede estar exenta de las otras dimensiones que asegurarían su implementación, como las acciones en la preparación inicial y continua de los docentes, la aportación de recursos apropiados y, algo decisivo, la construcción de una base social comprometida con los cambios capaz de superar obstáculos y dar continuidad a la reforma más allá de las contingencias inevitables.

El diseño curricular costarricense se hizo tomando en cuenta no solo lo que sería apropiado en teoría, sino con base en el propósito de que el currículo fuera debidamente implementado. Es esto lo que he llamado una *Perspectiva de la praxis en la Educación Matemática* (Ruiz, 2013). En esta reforma de la Educación Matemática en Costa Rica se han integrado muchos de los hallazgos o resultados de mi vida intelectual y de las experiencias de mi acción social. En el diseño de estrategias, en la gramática de las acciones, resultó fundamental aquella experiencia política tanto en escenarios universitarios como nacionales, pues ha permitido coordinar personas y dar pasos adecuados, elaborar documentos y plantear ideas en tiempos pertinentes. Sin embargo, el futuro de esa reforma es aún incierto.

En los siguientes años preveo intensificar mi investigación y actividad académica en relación con esta perspectiva de reforma. Esto precisamente invocará el estudio de elementos que todavía no poseen una respuesta unívoca. ¿Cómo sostener y avanzar en el escenario de un país en vías de desarrollo una estrategia de resolución de problemas con énfasis en contextos reales? ¿Cómo debe ser el diseño de los programas de formación inicial tanto en primaria como secundaria para incidir en acciones de reforma curricular como la que se realiza en Costa Rica? ¿Cómo asumir la preparación docente en servicio en este tipo de entornos? ¿Cómo transformar la “matefobia” que predomina en el contexto sociocultural, en actitudes y creencias positivas sobre las Matemáticas y a la vez construir capacidades cognitivas superiores? Las lecciones de esta experiencia en Costa Rica serán un insumo formidable.

## Referencias

- Barrantes, H. y Ruiz, A. (1998). *The History of the Inter American Committee of Mathematics Education*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Clarke, D., Keitel, C. y Shimizu, Y. (Eds.) (2006). *Mathematics classrooms in twelve countries: The insider's perspective*. Rotterdam, Holanda: Sense Publishers.
- Isoda, M., Stephens, M., Ohada, Y. y Miyakawa, T. (2007). *Japanese lesson study in mathematics: Its impact, diversity and potential for educational improvement*. Londres, Reino Unido: World Scientific Publishing.
- MEP –Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2012). *Programas de Estudio Matemáticas. I, II y III ciclos de la Educación General Básica y Ciclo Diversificado*. Costa Rica: MEP.
- OCDE (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. París, Francia: OCDE.
- OCDE (2013). *PISA 2012 –Assessment and analytical framework*. París: OCDE.
- Ruiz, A. (1990). Matemáticas: Una reconstrucción histórico-filosófica para una nueva enseñanza. En *Actas de la VII Conferencia Interamericana de Educación Matemática*, Julio de 1987, República Dominicana. Republicado en *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 6(7), 179-190.
- Ruiz, A. (1991). *La Tercera República. Ensayo sobre la Costa Rica del futuro*. Costa Rica: Instituto Centroamericano Cultura y Desarrollo.
- Ruiz, A. (1993). *Ocaso de una utopía. En las entrañas del marxismo*. Costa Rica: EUCR.

- Ruiz, A. (Ed.) (1994). *Historia de las Matemáticas en Costa Rica. Una introducción*. Costa Rica: EUCR y EUNA.
- Ruiz, A. (2000). *El desafío de las Matemáticas*. Costa Rica: EUNA.
- Ruiz, A. (2003). *Historia y filosofía de las Matemáticas*. Costa Rica: EUNED.
- Ruiz, A. (2006). *Universalización de la educación secundaria y reforma educativa*. Costa Rica: EUCR, CONARE.
- Ruiz, A. (2011). La lección a través de estudios comparativos internacionales con videos. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 6(8), 55-121.
- Ruiz, A. (2013). Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica. La perspectiva de la praxis. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(nº especial, julio), 1-111.
- Ruiz, A., Barrantes, H. y Josephy, M. (1995). *Disquisitiones Arithmeticae* de C. Gauss (primera traducción al español de la obra en latín). Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Russell, B. (1919). *Introduction to mathematical philosophy*. Londres: George Allen & Unwin.
- Stigler, J. W. y Hiebert, J. (1999). *The teaching gap*. Nueva York: The Free Press.