

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



Costa Rica





# Costa Rica: una reforma radical en la educación matemática

Ángel Ruiz

## INTRODUCCIÓN

**S**i bien Costa Rica no muestra los indicadores educativos más deficientes de América Latina y el Caribe, posee elementos débiles o vulnerabilidades que fueron tomados en cuenta en la reforma de la educación matemática que se desarrolla en ese país. Uno de ellos es la *matefobia*: una reacción de rechazo a las matemáticas, que también ocurre en otras latitudes. Los rendimientos del país en las pruebas comparativas internacionales es deficiente; las capacidades cognitivas que desarrolla el sistema educativo son débiles para que sus egresados puedan participar apropiadamente en la sociedad del conocimiento, como señalé en otro lugar (Ruiz, 2013).

Los programas de estudio han tenido una cuota de responsabilidad en esta situación, pues: “Un currículo de Matemáticas escolares determina, en gran manera, lo que los estudiantes tienen oportunidad de aprender y lo que realmente aprenden” (NCTM, 2003: 15).

Entre 1964 y 1995 no se realizaron grandes transformaciones en los programas de matemáticas destinados a la educación del país (Ruiz, 1995a). Sus características se derivaron mucho de las orientaciones emanadas de la Reforma de las Matemáticas Modernas (New Math): programas “por contenidos” que tuvieron un poderoso efecto en la educación matemática del país y de toda la región latinoamericana, cuyas implicaciones perduraron durante décadas (Ruiz, 1990b; Ruiz, 1992; Ruiz y Barrantes, 1991a, 1991b, 1998; Ruiz, 2000).

En 1995 se diseñaron nuevos programas que adoptarían algunas modificaciones, aunque no de fondo, en 2001 y 2005 (MEP, 1995a, 1995b, 1995c,

1996, 2001a, 2001b, 2005a, 2005b). En sus fundamentos teóricos se declaró una intención constructivista, se propuso una contextualización, recursos heurísticos, procedimientos intuitivos y empíricos a la hora de introducir los conceptos y métodos matemáticos. Estos programas en su momento jugaron un papel positivo al plantear un alejamiento de enfoques conductistas (Ruiz, 1995). Pero estos programas no lograron materializar la mayoría de sus propósitos planteados de manera abstracta, además de que contenían graves debilidades.

Exhibían una fuerte inconsistencia entre lo enunciado en los fundamentos teóricos (declaración constructivista abstracta) y lo planteado realmente en la malla curricular (un enfoque conductista). Dichos programas no permitían desarrollar un enfoque integrador y constructivo de los contenidos y habilidades deseadas; tampoco ofrecían una estrategia para la acción de aula, no permitían sostener una orientación que potenciara la construcción de capacidades cognitivas superiores en los estudiantes o que promoviera una formación escolar atractiva para éstos.

Un cambio en los programas de matemáticas no era suficiente para responder adecuadamente a la situación crítica de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, pero sí era necesario. Una primera hoja de ruta para la reforma había sido planteada por Ruiz (1997), pero no fue asumida por las autoridades educativas de ese momento.

En octubre de 2010, el ministro de Educación Pública de Costa Rica propuso a Ángel Ruiz que diseñara una reforma curricular en la enseñanza de las matemáticas escolares. Éste aceptó realizarla por medio de un equipo independiente al Ministerio de Educación Pública (MEP) compuesto por investigadores a título personal de las universidades públicas, con quien Ruiz había trabajado desde hacía muchos años y fortalecido con docentes en servicio de la educación primaria y secundaria. En agosto de 2011 esta comisión presentó una primera versión del currículo al Consejo Superior de Educación (CSE), organismo máximo de la educación de Costa Rica y responsable de aprobar planes de estudio. El CSE sometió la propuesta para su discusión a cuatro universidades públicas, de las que recibió cuestionamientos y recomendaciones diversas dentro de una atmósfera bastante politizada en la academia. Algunos gremios docentes también se manifestaron en contra. La comisión redactora elaboró una segunda versión del currículo, en la que tomó en cuenta una gran parte de las observaciones presentadas y sostuvo una fuerte batalla política para mostrar la pertinencia y calidad de la propuesta.

Todo esto ocurrió entre la segunda mitad de 2011 y los primeros meses de 2012. El 21 de mayo de 2012 el CSE aprobó la nueva propuesta curricular, con lo cual se iniciaba otra etapa en la educación matemática del país (MEP, 2012).

Los nuevos programas empezaron a implantarse en 2013 en un proceso gradual que tomará de cuatro a cinco años, y entre 2016 y 2017 toda la educación preuniversitaria de Costa Rica estará siguiendo este currículo. Desde 2011 este país ha invertido en procesos de capacitación y creación de recursos que apoyen la puesta en marcha. Más que un diseño curricular y su implementación, el proceso que se ha desarrollado debe verse como una profunda reforma de la enseñanza de las matemáticas en Costa Rica.

## EL NUEVO CURRÍCULO DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES EN COSTA RICA

### *Enfoque principal*

El enfoque principal de este currículo se consigna como “Resolución de problemas, con énfasis en contextos reales”. Se trata de una estrategia pedagógica, no de un ajuste de contenidos (aumento o disminución), y su finalidad es transformar la acción de aula.

Esta resolución de problemas como estrategia para la construcción de aprendizajes propone una acción de aula sintetizada en cuatro momentos: presentación del problema, trabajo independiente por los estudiantes, contrastación y comunicación de estrategias seguidas en la fase independiente, y cierre o clausura de la lección. En cada momento el docente debe realizar tareas específicas; en las fuentes de esta propuesta se encuentran, entre otros: Ruiz (2000, 2011), NCTM (2003, 2010a), Freudenthal (1973, 1983, 1991), Brousseau (1998), Shimizu (2007, 2009); los fundamentos teóricos pueden verse en Ruiz (2013) y MEP (2012).

### *Capacidades cognoscitivas*

El nuevo currículo asume la formación matemática escolar orientada a la construcción de capacidades de la ciudadanía en el uso de las matemáticas para su vida, ya sean sus contenidos o como destrezas intelectuales generadas con el aprendizaje de la asignatura. La naturaleza de las matemáticas que se adopta enfatiza su carácter sociohistórico, cultural y su asociación con la realidad física y social (Ruiz, 1987, 2000).

Como parte de esta orientación se utiliza por conveniencia la noción de “competencia” y la de “competencia matemática” enunciada en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (PISA y OECD, respectivamente, por sus siglas en inglés) (OECD, 2003: 23; 2010: 4; Rico y Lupiáñez, 2008).

Como señala el programa: “[...] la *competencia matemática* se formula en relación con el uso de las Matemáticas para describir, comprender y actuar en diversos contextos de su realidad (personales, físicos, sociales, culturales)” (MEP, 2012: 23).

De entrada, el currículo se distancia de los enfoques “por contenidos”, donde el fundamento de las decisiones curriculares lo brindan solamente las matemáticas (sus necesidades disciplinares), y resulta dominante el criterio de que en los programas siempre es mejor más matemáticas y de mayor nivel.

Este currículo busca el dominio de conocimientos y la generación de habilidades en torno a los mismos, pero también, y de una manera central, la construcción de capacidades transversales matemáticas que se alcanzan en el mediano y largo plazo: de razonamiento y argumentación, de representación, de comunicación, de resolución de problemas, de conexión. Estas capacidades se pueden llamar, si se quiere, “competencias”. Las habilidades se diferencian entre específicas y generales, siempre asociadas a las áreas matemáticas. Las primeras, para desarrollar en periodos cortos de tiempo (“Para sumar números naturales menores que 100”), las segundas, en plazos mayores (“Para sumar números naturales”). Se busca generar estas habilidades a través de procesos graduales y, algo crucial, de manera integrada.

A pesar de la relevancia que se le da a las capacidades (habilidades, competencia), no se plantea la organización de sus planes de estudio específicos (malla curricular) por medio de competencias, ni la acción de aula (planeamiento, lección y evaluación), a partir de competencias generales transversales. No es un currículo “por competencias”. La organización de la malla curricular se realiza mediante las áreas matemáticas (conocimientos y habilidades) que se asumen: números, geometría, medidas, relaciones y álgebra, estadística y probabilidad. Y el punto de partida para la acción que debe desarrollar el docente son las matemáticas.

Las capacidades generales que se busca lograr son objetivos centrales del currículo propuesto, cuya realización se plantea a través o a partir del desarrollo preciso de las habilidades. Es decir, se construyen en la mediación pedagógica: la acción del aula. Sin embargo, ésta no es cualquier intercesión:

invoca la resolución de problemas como estrategia pedagógica central, el desarrollo de acciones transversales y el trabajo con tareas colocadas en varios niveles de complejidad.

*Procesos matemáticos y niveles de complejidad*

A algunas de las acciones transversales se les llama “procesos matemáticos”:

- *Razonar y argumentar.* El proceso se activa en todas las áreas de múltiples maneras: por ejemplo, en el estudio de regularidades y patrones, en la justificación de la congruencia de triángulos, la elección de una representación matemática y su manipulación y en la solución de ecuaciones, entre otros. La justificación y prueba son parte esencial de los quehaceres matemáticos y, por lo tanto, deben ocupar un lugar especial en la formación escolar.
- *Plantear y resolver problemas.* Hay algunos elementos que vale la pena subrayar. En primer lugar, que no todo problema permite conducir a ideas matemáticas aunque sea interesante o divertido, por eso la acción docente es decisiva para el diseño de problemas apropiados. En segundo lugar, en cada área matemática es posible realizar este proceso de distintas maneras, pero siempre de modo gradual. Las estrategias para la resolución de problemas deben ser introducidas no de forma abstracta, sino en las instancias específicas en los problemas escogidos: a veces será potenciar el uso de diagramas, otras el reconocimiento de patrones, o la prueba con la exhibición de casos, etc. También es necesario entrenar a los estudiantes en las diferentes etapas de la resolución de problemas como la comprensión de los mismos, el trazado de planes de acción y la evaluación o monitoreo de las acciones.
- *Comunicar.* Este proceso está asociado a una característica esencial de los quehaceres matemáticos: una idea matemática para ser “correcta” debe ser aceptada por una comunidad profesional de matemáticos. Existen reglas específicas para hacer esto, lo cual es importante de incluir en los programas escolares. El proceso sugiere la comunicación en distintos niveles y formas, desde las más simples como verbales o escritas, hasta gráficas, simbólicas y formales.
- *Conectar.* Es necesario tener una visión amplia de lo que este proceso supone en el medio educativo. Las conexiones se pueden desarrollar en muchos contextos: por ejemplo, dentro de cada área matemática

(como cuando se aplican los procedimientos y operaciones de los números naturales en los racionales o reales). Pero también entre las distintas áreas matemáticas y de manera general con otras materias. Las matemáticas, por su misma naturaleza, poseen las potencialidades para apoyar diversos procesos transdisciplinarios que se deben cultivar desde los primeros años escolares. El conocimiento debe visualizarse como una realidad interconectada llena de enlaces.

- *Representar*. Pretende fomentar el reconocimiento, la interpretación y manipulación de representaciones múltiples que poseen las nociones matemáticas (gráficas, numéricas, visuales, simbólicas y tabulares).

El proceso busca favorecer la capacidad para elaborar y usar representaciones matemáticas que sirvan en el registro y organización de objetos matemáticos, para interpretar y modelar situaciones propiamente matemáticas, para manipular distintas representaciones de objetos matemáticos. Propone también desarrollar capacidades para poder traducir una representación en términos de otras, comprendiendo las ventajas o desventajas (o los alcances) de cada representación en una situación determinada (MEP, 2012: 24-26).

Los procesos seleccionados trabajan de manera integrada y provocan gradualmente capacidades transversales, fortaleciendo a la vez la generación de las habilidades.

Otro medio para provocar el desarrollo de las capacidades cognitivas superiores y la competencia general en el aula es el trabajo de los problemas en diversos niveles de complejidad. El planeamiento, la gestión y el desarrollo de aula, lo mismo que la evaluación, deben tomar en cuenta los conocimientos, habilidades, procesos matemáticos y distintos niveles de complejidad. Los procesos seleccionados trabajan de manera integrada y provocan gradualmente capacidades transversales y fortalecen a la vez la generación de las habilidades.

El currículo asume por conveniencia los tres niveles de complejidad: reproducción, conexión y reflexión, esencialmente como fueron conceptualizados por PISA en 2003 (OECD, 2003).

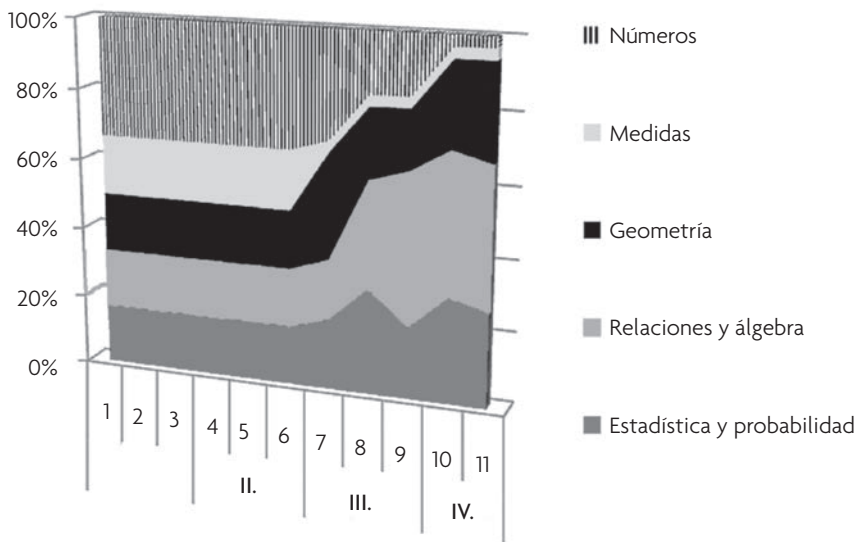
### *Organización del currículo*

El currículo se diseñó con una integración vertical del primer grado escolar al último. La fundamentación teórica (filosófica y curricular) es la misma para todo el currículo, las áreas matemáticas son las mismas. Esta es una

diferencia en relación con los programas anteriores. Se busca con ello no sólo el desarrollo de perspectivas estratégicas de las áreas, para poder seguir su desarrollo en toda la formación escolar, sino además contribuir a disminuir las brechas que han predominado entre la escuela primaria y la secundaria en Costa Rica (Ruiz, 2006).

Las áreas y el espacio (definido por el tiempo de dedicación) que se propone ocupar en cada año escolar se muestran en la siguiente gráfica.

**Gráfica 1.** Las áreas del currículo escolar de matemáticas en Costa Rica



Varias son las características (cuantitativas) que ya se pueden observar en esta propuesta:

- Números ocupa un espacio mayor en la educación primaria, luego disminuye en el tercer ciclo y se convierte en transversal en el diversificado.
- Geometría es constante en todos los años escolares.
- Medidas ocupa un lugar en primaria, luego se vuelve transversal. No desaparece en la secundaria, lo que sucedía antes, con lo que se perdían oportunidades valiosas para la contextualización.

- Relaciones y álgebra inicia desde el primer año escolar; el énfasis en los aspectos relacionales y no simbólicos da lugar a tópicos que estaban disgregados anteriormente, con lo cual se enfoca y potencia su papel en el currículo (ésta es otra ruptura con lo anterior).
- Estadística no se enseñaba en el ciclo diversificado y por eso su desarrollo en las aulas era inexistente, pues no se incluían sus temas en las pruebas nacionales de bachillerato. Era usual que los docentes dejaran estos tópicos para el final, y así no tener que revisarlos en el aula. Probabilidad no se veía en la secundaria, lo cual es otro cambio conveniente en cuanto a los contenidos.

Un énfasis pragmático en el currículo, consistente con la formación escolar que se propone, influye en la manera como se trata cada área (contenidos y enfoques).

Se ha dado un lugar relevante a probabilidad y estadística materias que ven todos los años escolares, precisamente porque es un área que aporta grandes posibilidades de realizar el enfoque principal: resolución de problemas con énfasis en contextos reales. También porque permite amplias conexiones con otras áreas matemáticas.

Números no se afirma aquí como dominio de sistemas formales, sino como recursos para el manejo de objetos y medios matemáticos hacia la modelización de la realidad física y social. Se apuesta a desarrollar el sentido numérico, la presencia de las presentaciones numéricas múltiples, el cálculo, la operatoria instrumental en los problemas, y la comprensión de los entes matemáticos que dan cuenta de la “cantidad” dentro de una perspectiva pragmática en sus fundamentos, aunque puedan tener niveles amplios de abstracción. En particular “Se busca robustecer un *sentido numérico*, mediante una apropiación del valor absoluto y relativo de los números; esto refiere, por ejemplo, al uso de los números para representar dimensiones o entidades de la realidad, a la estimación numérica de valores y de las operaciones aritméticas, a la ‘razonabilidad’ de cálculos” (MEP, 2012: 51). La representación múltiple de los números es un propósito importante.

El área de medidas se percibe como un campo al servicio de la contextualización activa propuesta y que refuerza el aprendizaje en las otras disciplinas. Su lugar en la conexión de situaciones es muy útil.

La geometría se aborda en varios sentidos: como conocimiento privilegiado tradicional para entrenar el razonamiento y la argumentación ma-



temáticas, pero también como recurso formidable para trabajar los objetos espaciales y planos: la visualización espacial se introduce desde el primer año escolar. No se buscará en ningún momento usar geometría vectorial ni se pretenderá formalizar o profundizar excesivamente el trabajo matemático en tres dimensiones. El currículo anterior tuvo un enfoque totalmente “sintético”. En el nuevo, desde el segundo ciclo escolar se introduce un tratamiento analítico mediante coordenadas (adaptadas a los sistemas numéricos que conocen los estudiantes). Este enfoque favorece las conexiones entre áreas matemáticas (como relaciones y álgebra), y ofrece múltiples posibilidades para percibir la potencia de la geometría en procesos de la vida cotidiana y profesional. Otra característica es la introducción de transformaciones en el plano (simetrías, traslaciones, homotecias, reflexiones, rotaciones). Esto apela al movimiento de los objetos geométricos. El software de geometría dinámica se puede usar aquí de una manera natural, para evidenciar propiedades y objetos que serían muy difíciles de trabajar sin ese apoyo.

En relaciones y álgebra se potencia el pensamiento relacional; por ejemplo, en torno a las funciones. El arsenal simbólico y los objetos llamados tradicionalmente algebraicos (ecuaciones, fórmulas, variables, etc.) encuentran mayor significado si se trabajan en un ambiente de relaciones y funciones: “[...] un tratamiento ‘funcional’ de la manipulación de expresiones simbólicas, por ejemplo las ecuaciones, la factorización y la simplificación, lo que permite darle significado a varios temas de ese tipo” (MEP, 2012: 54). Esta asociación: “entre funciones y álgebra permite darle coherencia a muchos contenidos que suelen estar dispersos en los planes de estudio usuales (*idem*). Un importante énfasis que se brinda a esta área es la modelización: usar el instrumental algebraico y funcional para identificar, usar y construir modelos sencillos de lo real: “Se podría decir que los procesos de cambio pueden ser modelados por las relaciones y funciones matemáticas, y éstas pueden tener distintas representaciones: gráficas, tabulares, simbólicas” (*idem*).

### *Ejes disciplinares*

Se establecen cinco ejes (énfasis) curriculares: resolución de problemas, contextualización activa, potenciar actitudes y creencias positivas, uso inteligente de tecnologías y uso de historia de las matemáticas:

- Como eje curricular la “resolución de problemas” no pretende que sólo se entrenen estrategias o heurísticas para resolver problemas, sino

sobre todo darle un sentido a la participación de los problemas en la organización de las lecciones, la construcción de aprendizajes y toda la práctica de aula.

- La “contextualización activa” hace referencia al trabajo en contextos reales o que el estudiante asuma de esa manera. Se distancia del clásico enfoque de aquellas situaciones matemáticas revestidas de contexto de una manera artificial (problemas con palabras), y se monta sobre una manipulación de la información de la realidad circundante y en el uso de la modelización (empleo y construcción de modelos).
- Una fusión de los dos primeros ejes constituye el enfoque principal del currículo: la resolución de problemas con un énfasis especial en contextos reales. Este planteamiento busca potenciar una estrategia para la acción: construir aprendizajes por medio de problemas con hincapié en aquellos tomados de los diversos contextos reales. Implica la planificación, la gestión y el desarrollo en el aula y la evaluación. El énfasis curricular, debe insistirse, no está en los contenidos (conocimientos y habilidades) sino en la acción pedagógica.

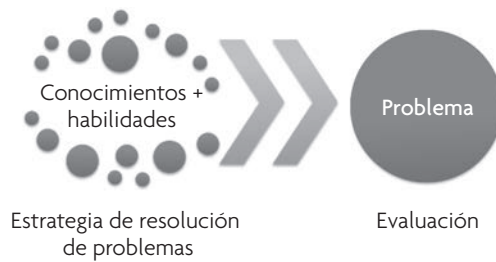
Estos ejes buscan, por un lado, dar un orden de prioridades al currículo (una dirección), esencial para su implantación, con base en la identificación de las necesidades educativas del país por ausencia de su realización en el pasado y presente, o de dimensiones que el escenario histórico plantea de cara al futuro. Por otro lado, se pretende apoyar, potenciar e integrar diversas acciones que están dispersas en el currículo de manera inevitable. Todos estos ejes se instrumentalizan de forma precisa en la malla curricular.

### *Integración de habilidades*

El programa señala que:

Una de las orientaciones relevantes para el desarrollo de la acción de aula con este currículo refiere al manejo de los contenidos y las habilidades específicas. Las habilidades no deben verse de manera desagregada. No se trata de objetivos operativos que deben trabajarse en el aula necesariamente por separado. Por el contrario, lo conveniente es tratar de integrar las habilidades específicas en todas las actividades de aprendizaje: planeamiento, desarrollo de la lección y evaluación. Por medio de un solo problema es posible abordar varias habilidades (MEP, 2012: 45).

**Figura 1.** Esquema de estrategia de integración de conocimientos y habilidades.



Este es un asunto crucial: rompe el esquema conductista de los “objetivos programados” al favorecer una gestión integrada de contenidos y acciones de aula. Es una consecuencia directa de asumir la resolución de problemas como enfoque (donde es natural que haya varias habilidades a la vez) y colocar el desarrollo de las habilidades como un propósito (las capacidades trabajan de manera integrada). Al mismo tiempo, posibilita la eficiencia en el manejo de los tiempos de lecciones en el calendario escolar, pues el docente podrá concentrar el desarrollo de sus clases, lo cual favorece un desahogo en su labor.

Ligado a lo anterior, con estos programas se busca que en el aula menos problemas se trabajen. En este sentido se propone menor amplitud y más profundidad. Con esta visión se introduce una mayor flexibilidad para modular la complejidad en función del tipo de alumno.


#### *Vocación de apoyo al docente*

Los conocimientos y habilidades se incluyen con base en la competencia matemática general que se desea generar, y que además se encuentran asociados de forma estrecha a las condiciones locales del país. Eso supuso eliminar temas incorporados por tradición en los currículos anteriores (por ejemplo, funciones trigonométricas).

El currículo facilita indicaciones generales sobre ejes curriculares, procesos y otros aspectos propuestos; sin embargo, una de las características especiales es la estructura de su malla curricular: un espacio donde se señala la naturaleza y los alcances de los contenidos que aparecen en las otras columnas. Se ofrecen aquí centenares de ejemplos de problemas, indicaciones para promover los procesos matemáticos, el uso de tecnología, de historia y para potenciar las actitudes y creencias positivas sobre las matemáticas. Se añaden

también centenares de consejos sobre metodología y evaluación para cada área por ciclo educativo.

Figura 2. Ejemplo de la malla curricular.

8° Año		
Conocimientos	Habilidades específicas	Indicaciones puntuales
<b>Números racionales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepto de número racional</li> <li>• Representaciones</li> <li>• Relaciones de orden</li> </ul>	1. Identificar números racionales en diversos contextos.	<p>▲ Se pueden proponer problemas como el siguiente.</p> <p>😊 Aquí aparecen los precios de los combustibles.</p>  <p>Imagen tomada de:  <a href="http://www.recope.go.cr/info_clientes/precios_productos/">http://www.recope.go.cr/info_clientes/precios_productos/</a></p> <p>Si en la gasolinera pido que me vendan ₡10 000 en gasolina Plus 91, ¿cuántos litros me dan?</p> <p>▲ Problemas como éste permiten introducir la necesidad de utilizar otros números diferentes a los enteros.</p>

En la figura de arriba se muestra la estructura de la malla curricular, en la columna de indicaciones puntuales se ofrece una muestra de la contextualización activa que se propone como eje.

Estos aspectos aseguran una convergencia entre los fundamentos teóricos del currículo y la malla curricular, con una poderosa vocación de apoyo al docente en servicio.

## EL PROYECTO REFORMA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN COSTA RICA

El principal medio para implementar este currículo se ha dado con el *Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica*, elaborado por Ángel Ruiz

con el acuerdo del ministro de Educación y presentado a la Fundación Costa Rica Estados Unidos para la Cooperación con el fin de obtener un apoyo económico sustancial. El proyecto ha tenido vigencia entre 2012 y 2015. El MEP brinda una contrapartida relevante en términos de docentes en servicio que trabajan directamente con el proyecto, y todos los aspectos implícitos de su logística.

Esto fue puesto en marcha por la misma comisión que redactó los programas nuevos, fortalecida por otros profesionales. Este equipo:

- Fue el responsable de redactar una segunda versión de la propuesta curricular.
- Diseñó un plan gradual para instalar durante tres años el nuevo currículo y una estrategia responsable, dada la profundidad de la reforma propuesta.
- Realiza desde 2012 “planes piloto” que permiten tomar el pulso a la implementación, así como ofrecer elementos para las acciones en esa dirección.
- Elabora múltiples documentos de apoyo para la implementación curricular.
- Desarrolla cursos bimodales de capacitación docente que integran sesiones presenciales y trabajo independiente con materiales colocados en una plataforma tecnológica; estos deben ser estudiados por los docentes y combinarse mediante sesiones en línea con prácticas de autoevaluación y exámenes.
- Construye cursos virtuales que buscan reforzar las poblaciones docentes que realizan los bimodales, así como acceder a nuevos segmentos educativos para ampliar los procesos de capacitación.

Para potenciar todos los procesos de capacitación y las diversas acciones de la reforma, el proyecto creó una comunidad virtual de educación matemática que integra más de un millar de docentes de primaria y secundaria, el cual se ha constituido en referencia de la reforma en la educación matemática en Costa Rica. Sus objetivos han tenido una gran fuerza sinérgica.

#### *Plan de transición en la implantación*

Debido a la profundidad de los cambios del nuevo currículo, que demandan ajustes de contenidos y enfoque, así como preparación docente, el proyecto

incluye un plan de transición para implantar gradualmente los nuevos programas, entre ellos algunos transitorios que desarrolla el país para, de manera responsable, tener los programas establecidos completamente en 2016 en la educación formal académica (sólo faltando la educación técnica y la educación abierta para una disposición posterior):

- En 2013, tan sólo en el primer año lectivo se instalaron los nuevos programas en su totalidad: los años que van del segundo al octavo realizan un plan transitorio con base en los nuevos programas (Transición 1), del noveno al undécimo año un plan de transición con base en los contenidos del programa anterior (Transición 0). En todos los casos se buscó establecer el enfoque y la metodología que proponen los nuevos programas.
- En 2014, primero y segundo año asumen todo el currículo, de tercero a noveno año se realiza otra transición con base en los nuevos programas (Transición 2), de décimo a undécimo la base de contenidos son los programas viejos.
- En 2015, del primero al décimo estarán vigentes los nuevos programas, y sólo el undécimo año queda en una transición final con base en los antiguos esquemas. Para cada año el proyecto contempla planes específicos de transición y guías para la acción docente.

### *Planes piloto*

El proyecto diseña planes piloto. Su propósito fue identificar las virtudes y debilidades que generaba la puesta en marcha curricular, para ofrecer recomendaciones a las autoridades ministeriales, docentes y asesores. En breve, para medir el pulso de la reforma. Cabe resaltar el rigor y calidad del trabajo realizado: incluye la elaboración y aplicación de instrumentos de percepción docente en diversos momentos, herramientas de observación de aula y entrevistas con asesores. Se aplican también técnicas de la investigación cualitativa como la validación de instrumentos y la triangulación de resultados. Y también se acude a la utilización de la plataforma Moodle para conducir, apoyar y administrar los programas piloto.

### *Capacitaciones bimodales*

La estrategia procura materializar en el contexto local de Costa Rica lo que la investigación internacional ha aportado sobre la capacitación docente en

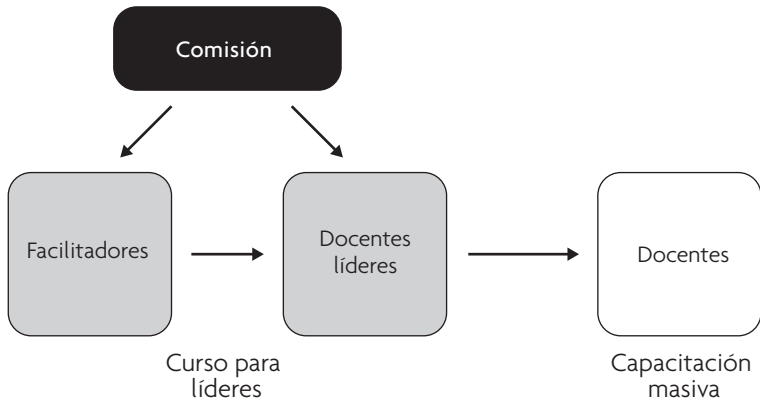
sistemas educativos de alto rendimiento, como se ha consignado en el Informe Mackinsey (Barber & Mourshed, 2007), por ejemplo: usar como entrenadores a profesores en servicio de calidad, y proyectar tener su apoyo en cada escuela y aula. Esta orientación contrasta con enfoques de capacitación docente dominantes dentro de las comunidades universitarias del país. Existe una constatación: no son eficaces los esquemas con académicos universitarios que ofrecen cursos esporádicos a maestros de escuelas y colegios (normalmente distanciados de las realidades de aula) y que no ofrecen continuidad alguna a la preparación y acción de los docentes en servicio.

La estrategia propuesta fue la realización de cursos bimodales, compuestos de sesiones presenciales y además trabajo por medio de una plataforma tecnológica (se escogió Moodle por ser robusta y conocida en los medios locales). El contenido de los cursos correspondía al enfoque curricular, e incluso una reproducción en su estructura de la estrategia pedagógica propuesta en el nuevo currículo: la resolución de problemas con énfasis en contextos reales, con colocación inicial de situaciones de interés o problemas sobre los cuales desencadenar las acciones didácticas para concluir con la institucionalización de resultados.

Esto es importante resaltarlo: lo usual en ese país centroamericano eran capacitaciones sólo de contenidos matemáticos, lo cual reflejaba dos aspectos. Por un lado la incompreensión en los medios académicos (especialmente los universitarios) sobre la integración necesaria entre pedagogía y matemáticas, y por el otro las dificultades para plasmar cursos con una óptica diferente (orientados a la acción pedagógica específica de matemáticas en las aulas). Aunque los reformadores no han buscado sustituir lo que la preparación inicial universitaria debería haber aportado, resultaba inevitable diseñar las capacitaciones que de alguna manera compensen las debilidades formativas. Los cursos nuevos debían contener, a la vez y de manera integrada, contenidos matemáticos y estrategias pedagógicas idóneas.

Para poder “llegarle” a poblaciones masivas de docentes se ideó realizar cursos en dos fases esenciales. En la primera se daría el curso a docentes líderes y a los asesores pedagógicos regionales (y nacionales) del MEP. En la segunda etapa el curso se replicaría en poblaciones numerosas de docentes. Los cursos para líderes serían impartidos por facilitadores entrenados directamente por la comisión redactora de los programas, y con un control estrecho del proceso por parte de la misma. Los cursos masivos serían dados por los docentes líderes y los asesores regionales. El siguiente gráfico muestra cómo se concibió esta socialización-capacitación.

Figura 3. Esquema de capacitación en dos tiempos.



El trabajo en la plataforma ha tenido dos componentes: documentos de estudio en formato PDF, los cuales deben ser descargados y estudiados de manera independiente; y un trabajo en plataforma por cada docente, donde se realizan prácticas de autoevaluación y exámenes en línea.

El curso para docentes líderes de secundaria y asesores se denominó Grupo 80. Para docentes líderes en primaria Grupo 300. Los cursos masivos para docentes se llamaron Grupo 1400 (secundaria) y Grupo 6000 (primaria). El número en las denominaciones refería a la cantidad mínima de docentes que debía estar en cada proceso para poder capacitar a un aproximado de 7 400 docentes en el sistema educativo durante un año.

### *Cursos virtuales*

El proyecto incluye como objetivo la realización de cursos virtuales, con base en los materiales elaborados para los cursos bimodales. No se trata de cursos donde tan sólo se cuelgan documentos en formato PDF, que se descargan y estudian para luego ser evaluados. Aquí la interactividad es clave: se trata de una estrategia cualitativamente distinta, que se refleja –entre otras cosas– en el uso de plataformas tecnológicas diferentes.

Su propósito es proporcionar más medios para que los docentes puedan capacitarse, repasar lo que se estudió en los bimodales o estudiar esos temas si no se tuvo la oportunidad de participar en los cursos y aprovechar las facilidades que ofrece Internet. Estos cursos virtuales pueden además ser usados por los funcionarios que brindan asesoría a nivel regional o nacional para realizar



sesiones presenciales especiales con base en esos materiales. El modelo usado es el de los *Massive Open Online Courses* (MOOC), los cuales aun cuando se han desarrollado para la educación superior, constituye una forma dinámica y eficiente --por medio de videos y otros objetos didácticos-- para provocar la interacción y brindar capacitación docente.

### *Comunidad virtual*

A principios de 2013 el proyecto diseñó y construyó una Comunidad Virtual de Educación Matemática (CVEM), la cual había sido incluida como objetivo del mismo. En este espacio virtual se tiene acceso a los programas, planes de transición y todos los documentos oficiales relacionados con la reforma, se ofrecen materiales usados en capacitaciones, se desarrollan foros, chats y blogs sobre los temas de la implantación curricular.

Figura 4. Imagen de la página de inicio de la Comunidad Virtual de Educación Matemática.

Inicio Programas El proyecto Comisión Central Cursos bimodales Planes piloto Plan de transición Contacto Créditos

**Comunidad Virtual de Educación Matemática**

Reforma de la Educación Matemática

Para mejorar la calidad de la educación, Costa Rica ha aprobado un nuevo currículo en Matemática para primaria y secundaria.

**Inicio**

Esta **Comunidad Virtual de Educación Matemática** se ha diseñado para potenciar las acciones de reforma de la Educación Matemática en Costa Rica, y fortalecer los aprendizajes en esta asignatura en todos los niveles educativos. Busca servir como medio de comunicación y de apoyo

**Inicio de sesión**

Nombre de usuario \*

### *Sinergia*

Los objetivos de este proyecto tienen una gran fuerza sinérgica. El plan de transición se basa en las características y desafíos que el nuevo currículo encierra. De igual manera, los planes piloto deben usar los programas específicos del plan de transición para su realización, además de subrayar las indicaciones y sugerencias que aparecen en los programas. Los cursos bimodales deben condensar el enfoque curricular y tomar en cuenta los resultados de los pilotos. Los cursos virtuales se construyen a partir de los bimodales y complementan las capacitaciones previas. La comunidad es, justamente, el medio que integra a docentes y profesionales para obtener información, conseguir documentos, interactuar, plantear interrogantes y generar una sensación de colectividad conectada por los propósitos de la reforma curricular.

### *Tecnologías de la comunicación*

Un detalle relevante a ponderar sobre esta reforma es el uso intensivo de las tecnologías de la comunicación: cursos bimodales y planes piloto con plataforma Moodle, además de minicursos en línea, comunidades y cursos virtuales. El proyecto asume que esta utilización intensiva constituye una vía para potenciar la reforma curricular, lo cual permite interactuar con poblaciones más amplias (aumentando el impacto de las acciones), trabajar de una manera más flexible y eficiente que prescinde de muchas limitaciones impuestas por la distancia física, y construir objetos de capacitación escalables, que pueden ser evaluados de una manera precisa, colocándose en las perspectivas dominantes del escenario que vive el planeta. Esto cultiva una cultura del uso de tecnología en la educación nacional.

### *Proyecto y reforma*

La reforma de la educación matemática en Costa Rica no es responsabilidad exclusiva de este proyecto, que se desarrollará en un plazo relativamente corto. Las diferentes instancias del MEP tienen un papel significativo que jugar: el Instituto de Desarrollo Profesional, los viceministerios, el Departamento de Evaluación de los Aprendizajes, el Departamento de Desarrollo Curricular, el Departamento de Gestión de la Calidad Educativa y asesorías pedagógicas regionales, entre otras. Sin embargo, las acciones de este proyecto han demostrado ser fundamentales para la implementación curricular.

El corazón del equipo humano que ha desarrollado esta reforma posee como referencia en los años recientes el Centro de Investigación y Formación

en Educación Matemática, el cual ha tenido un compromiso con el progreso de la disciplina que le ocupa.

Este grupo organiza eventos internacionales, simposios, congresos, edita artículos, revistas y libros que convergen plenamente y refuerzan las actividades formalmente estipuladas del proyecto. Por ejemplo, en agosto de 2012 se organizó en Costa Rica una Escuela Seminario Internacional para la Construcción de Capacidades en Matemáticas y Educación Matemática, con el patrocinio de la International Commission on Mathematical Instruction, la International Mathematical Union y el International Council for Science. Este evento fue una capacitación vigorosa ofrecida por expertos internacionales, donde pudo ser incorporado un importante contingente de asesores nacionales y regionales del MEP, lo cual benefició su preparación dentro de esa perspectiva del proyecto, así como favorecer el objetivo del Centro de Investigación y Formación en Educación Matemática de construir un liderazgo pedagógico. Otro ejemplo: el I Congreso de Educación Matemática de América Central y el Caribe, celebrado en República Dominicana en noviembre de 2013, fue un evento que ha servido también a los propósitos de esa reforma en Costa Rica.

Por lo demás, las acciones de miembros de esta comisión han atraído la atención de la comunidad internacional de educación matemática, lo que se ha reflejado en solidaridad y apoyos directos a la reforma en Costa Rica.

## PERSPECTIVA DE LA PRAXIS

Una característica que muestra este proceso de reforma es lo que Ruiz (2013) llama una *perspectiva de la praxis*. Esto se manifiesta en varias dimensiones:

### *La implementación ilumina el diseño curricular*

El diseño del currículo se realizó como parte de una estrategia global, donde la instalación era un elemento central orientador. No se trató de diseñar un programa *in vitro* que luego se buscaría implantar de alguna manera. El diseño del currículo estuvo determinado desde un principio por lo que se deseaba en la práctica, para la acción de aula. El texto curricular es una acción dentro de una perspectiva general de reforma que invoca procesos de capacitación, formación y múltiples recursos de apoyo al docente.

*Una visión pragmática de la formación matemática escolar*

El propósito final propuesto para la preparación matemática escolar consiste en robustecer su sentido pragmático: no plantea meramente la ampliación de contenidos o el dominio de las típicas destrezas del matemático. Esta nueva visión se expresa en la adopción de la idea de “competencia matemática” desarrollada en el marco teórico de PISA. Los ejes curriculares, otro ejemplo, muestran no sólo los ajustes o énfasis que se desean desarrollar en el escenario específico que vive Costa Rica, sino la vocación práctica que desea un fortalecimiento de mayores capacidades cognitivas para una mejor actuación en la vida.

*Una filosofía de las matemáticas*

En un plano aún más general, hay una valoración de las matemáticas como construcciones históricas y culturales con un peso fuerte del mundo empírico, físico y social, que sostiene la visión sobre las matemáticas escolares y la actitud teórica hacia el diseño curricular. Esta es una visión basada en los trabajos de Ruiz (1987, 1990a, 1990b, 1992, 1995a, 1995b, 1995c, 2000, 2001, 2003).

*Utilización pragmática de los hallazgos de investigación y prácticas exitosas internacionales*

Hay un uso autóctono y funcional de los elementos que se identifican en la investigación y la experiencia de la educación matemática internacional, etcétera.

*Construcción de una teoría propia*

No sólo no se ha adoptado un modelo externo (aunque fuera “tropicalizado”): se ha realizado una construcción intelectual propia, avanzando ideas sobre el diseño curricular y su implementación, una contribución a la investigación y experiencia internacional; estos resultados se dirigen a condiciones propias de un país periférico, en vías de desarrollo, lo que no ha sido foco de la investigación internacional en educación matemática.

*Un equipo humano con experiencia y compromiso de acción*

Se debe reconocer como elemento central que esta reforma ha contado con un equipo de personas con amplio conocimiento de la educación matemática internacional y de la realidad local. Los planteamientos fueron construidos

en una búsqueda de armonía entre lo que arroja la investigación y lo que moldea la experiencia de aula.

### *Una reforma inconclusa, no lineal y combinada*

Los ritmos y estrategias para realizar una reforma en la educación matemática dentro de un país en desarrollo son especiales. En primer lugar, la profundidad y la intensidad de la reforma no son similares a las de otros países, en tanto las macro condiciones sociales y educativas han impuesto restricciones y limitaciones. Como ha sido en el caso de Costa Rica, las acciones reformadoras han debido de ser muchas y realizarse en tiempos perentorios. Esto condiciona los ritmos y las condiciones de la reforma. En la reforma, de manera simultánea y combinada se elabora y reelabora el currículo, se dan capacitaciones, se trabaja con tecnologías en diversos grados en distintos escenarios, se generan documentos y actividades de persuasión político-social, se enfrentan “cuellos de botella” institucionales, se organizan seminarios y eventos académicos nacionales e internacionales.

## DIFICULTADES, DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS

### *Reacciones negativas iniciales y su evolución*

Una de las primeras dificultades que debió enfrentar esta reforma fue la actitud negativa inicial de algunas dependencias de universidades públicas, algunos gremios de docentes y algunos sectores de la estructura del MEP. Ésta se dio en parte como reacción a que la propuesta fue elaborada por un equipo *independiente* de investigadores y docentes en servicio y no por un conjunto de funcionarios ministeriales; tampoco se dio participación directa de gremios, ni se trató de una comisión oficial seleccionada por las universidades. Esto despertó un “recelo”, tanto en el MEP y sindicatos docentes como en las universidades.

La actitud negativa inicial se ha transformado con la aprobación de los programas. En cuanto a los gremios docentes, simplemente no volvieron a considerar el asunto. Funcionarios ministeriales que expresaron su reticencia al principio, se han ido sumando a las acciones de implementación.

### *En las universidades*

Las universidades públicas, en diferentes grados, comprometen esfuerzos sin-tonizados con los nuevos programas (con cursos de capacitación o ajustes en

programas de formación). El desafío es lograr que estas instituciones puedan identificar y comprender correctamente el significado de los cambios e ideas curriculares, realizar sus acciones de capacitación y orientar sus programas de formación inicial en convergencia con las necesidades que tiene la reforma. Esto tomará tiempo.

El reto general de las universidades lo recogen Alfaro, Alpízar, Morales, Ramírez y Salas (2013: 27): “Una de las carencias centrales de todos los programas iniciales de formación es la casi inexistente pedagogía específica de las matemáticas. Estos programas en mayor o menor grado son yuxtaposiciones de pedagogía general y matemáticas (en el caso del TEC solamente se añaden contenidos de computación)”.

Para Ruiz, Barrantes y Gamboa (2009: 222):

[...] en las instituciones estatales, los cursos de matemáticas no corresponden a las necesidades del educador matemático, están asociadas al tipo de matemáticas que debe recibir más bien el matemático puro (el investigador matemático). Esto se aprecia en los contenidos escogidos (en general son muchos y su lógica es la de las matemáticas), en la ausencia de contextualizaciones, vínculos con la pedagogía, en la forma de evaluar, etc. En las instituciones privadas: no solo no se aprecia una visión distinta de las matemáticas a la que existe en las estatales, sino que, además, la cantidad de matemáticas y sus métodos es más reducida.

Si bien en ambos tipos de institución el conocimiento pedagógico de las matemáticas ocupa un lugar débil, éste es más frágil en las universidades privadas estudiadas.

La preparación inicial de los docentes de primaria es muy endeble. Esto corresponde al modelo de enseñanza que contempla un docente por casi todas las materias, lo que ha supuesto una formación inicial generalista. Esto es común en varias latitudes. En algunos países se ha buscado especializar la acción de aula y la preparación de los educadores de primaria (por ejemplo, asociar matemáticas y ciencias y buscar potenciarlas) para mejorar su enseñanza; y también usar una preparación especializada en estas áreas para nutrir la docencia de toda una institución escolar (procurar que siempre haya especialistas que apoyen al resto de docentes de una escuela). Una de las lecciones internacionales muestra que al ofrecerse una formación de calidad en la secundaria y una preparación universitaria “buena”, el docente de

primaria –aunque sea formado de manera generalista– estará en condiciones de realizar una práctica de aula más eficaz. De nuevo, se vuelven centrales la pertinencia y calidad de los programas de formación inicial en las universidades. Lo que se resalta es el carácter holístico de las acciones que se deben considerar. Por ende, será un desafío poderoso transformar la acción escolar y mejorar la preparación inicial de los docentes en matemáticas.

Para los ritmos de esta reforma educativa será relevante que las universidades formadoras de docentes logren generar profesionales de calidad y sintonizados con los cambios que esta reforma ha introducido en las matemáticas escolares. No dependerá solamente de las universidades que en la legión de maestros en servicio haya cada día mejores profesionales, pero éstas tienen una primordial cuota de responsabilidad. Las limitaciones debidas a ideas o actitudes erróneas deberán dejar lugar a compromisos rigurosos con la calidad y la pertinencia de los profesores para las nuevas generaciones.

También está en manos de las universidades realizar una selección apropiada de los postulantes a docentes, lo que la experiencia internacional señala como el mecanismo más eficaz para potenciar la calidad de la docencia: mejor que la selección *a posteriori* (Barber y Mourshed, 2007: 19). Una combinación de ambas orientaciones está en la agenda, lo que sólo se podrá dar si se establece una alianza estratégica entre las universidades formadoras y el MEP.

Tanto para responder a las debilidades de la preparación inicial en las universidades públicas como en las privadas, será relevante que el Estado condicione el ingreso a su fuerza laboral (es el principal empleador) a la superación de pruebas de incorporación.

### *En los paradigmas educativos y culturales*

Uno de los desafíos mayores es cambiar el anterior paradigma de acción pedagógica, un estilo de enseñanza de las matemáticas dominado por esquemas mecánicos, conductistas, al que han contribuido los currículos anteriores, la preparación ofrecida por las universidades y la inercia del pasado. Este no es un problema exclusivo de Costa Rica, afecta a muchos países. El cambio de estructura que proponen los nuevos programas requerirá no sólo de voluntad o una buena actitud, sino también de recursos didácticos y diversas acciones que deberán involucrar a varias entidades del país. No es posible pensar un mejor desarrollo de esta reforma si los instrumentos oficiales para administrar el planeamiento y la evaluación no convergen con la misma.

Otro desafío es potenciar una cultura del uso de las tecnologías de comunicación para coordinar y capacitar al docente. No solamente se trata de introducir en el aula las tecnologías (lo que ya es en sí un reto) y conectarse con las nuevas generaciones y con un escenario que incrementará su presencia, sino que estos medios sean incorporados en la preparación docente y en la discusión edificante de opciones para la acción de aula. Esto será difícil no sólo porque no ha existido la cobertura informática necesaria (aunque en Costa Rica se ha fortalecido notablemente en los últimos años), sino porque los docentes no han estado preparados para el uso de plataformas tecnológicas y un manejo tan intenso de la red y la tecnología.

La sensibilización de madres y padres de familia no está fuera del juego. Los cambios de enfoques pedagógicos podrán ser incomprendidos y generar un rechazo social. Por ejemplo, si un padre de familia no llega a comprender que el número de problemas que un estudiante trabajará en el aula ahora será menor, éstos se resolverán con mayor profundidad.

#### *Condiciones docentes*

Un desafío que trasciende la enseñanza de las matemáticas será mejorar las condiciones generales para la docencia de aula. Aquí está el tema del estatus del docente, que no es únicamente un asunto salarial. Está por ejemplo el tiempo de la jornada laboral, que el o la docente pueda destinar a la formación continua, planeación, estudio de las lecciones, tiempo para atender a madres y padres de familia. En Costa Rica hay un número inadecuado de horas contacto en el aula que no deja espacios a la superación profesional. Ruiz (2006: 182) ya resumía este desafío:

[...] en los países con mejores sistemas educativos del mundo existe una importante fracción de la jornada del educador que es destinada a actividades fuera del aula, ya sea en la institución o fuera de ella. Muchas de estas horas de trabajo se dedican a la planificación meticulosa de las clases, a la preparación, a la capacitación regular, a la investigación, etc. Esto nos parece fundamental [...] El país debe explorar la forma de transformar esa estructura con base en definiciones precisas en cuanto a lo que se espera debe hacerse en cada fracción de la jornada del educador. Esto, por supuesto, involucra muchas dimensiones, entre ellas mayores recursos e infraestructura (se requiere, para empezar, de más educadores para atender la misma población). También un sistema de supervisión educativo



relacionado íntimamente con el desempeño profesional. Es una de las principales acciones que debe asumir la educación nacional.

Si una profesión no es vista como competitiva en relación con el salario, estatus y condiciones laborales, será muy difícil atraer hacia ella a los mejores estudiantes. Es necesario un proceso de selección cuidadosa de postulantes a docentes, pero debe corresponder a esa competitividad profesional. No podrá generarse si el país permite que muchas universidades saquen al mercado laboral *profesores exprés* de baja preparación que pueden integrarse a la acción profesional sin dificultad alguna. La contratación de docentes debe ser rigurosa y exigente. Además, debe haber sistemas de certificación de la calidad profesional y un sistema de inspección apropiado. Lo ideal es que estos sistemas de inspección en el futuro no existan y que la acción individual de los docentes sea muy libre, mas para llegar a ese momento (como lo han hecho sistemas educativos de alto rendimiento en el mundo) se requiere pasar por otras etapas. Este es un desafío poderoso para el Estado y el país.

#### *Ministerio de Educación Pública*

La estructura piramidal y la persistencia de feudos administrativos en el MEP conspiran contra una reforma curricular. Por un lado, acciones e iniciativas descentralizadas son difíciles de desarrollar por los ritmos y tiempos que una estructura burocrática vertical debe invertir: todo se vuelve lento y engorroso. Y por el otro se da lo contrario: aun con la voluntad positiva de autoridades superiores ministeriales, se frenan las acciones en niveles nacionales y locales debido al accionar de funcionarios medios. En ocasiones por desconocimiento, en otras por rivalidad y celo “territorial”, por desacuerdo con las ideas de los programas o incluso para no invertir demasiado tiempo en las labores que demanda un nuevo currículo. Y es difícil cambiar la situación. En Costa Rica existe un sistema de servicio civil que asegura su puesto a los funcionarios estatales una vez obtenida su plaza en propiedad, sin mediar una comprobación de su eficacia o eficiencia laborales.

#### *Comprensión del largo plazo de esta reforma*

Un reto importante será lograr una comprensión nacional de los ritmos de una reforma tan profunda como esta. La implementación supone dificultades debidas a la inercia, temor al cambio, ajuste de expectativas de estudiantes,

docentes y administradores, falta de recursos apropiados. Durante un periodo de años se tendrá más bien una caída en las metas del proceso de cambio, para luego superar el nivel de partida con fuerza. Es lo que a veces se ha llamado *implementation dip* (Fullan, 2008).

Pese a que se pueden obtener localmente algunos importantes resultados en cuanto a motivación entre estudiantes y docentes, no se puede anticipar que mejoren en el corto plazo las promociones estudiantiles (por ejemplo en las pruebas nacionales al final de la educación secundaria). La experiencia internacional indica más bien lo contrario: un debilitamiento de las mismas en los primeros años.

La visión más acertada a cultivar sería que ante una reforma estratégica y profunda como ésta, el país debería invertir durante un periodo largo en su implementación y en la continuidad de las acciones que se desarrollan. No se debería vislumbrar tan sólo como un cambio en matemáticas, una asignatura más del currículo escolar, sino como una palanca apropiada para jalonar hacia delante toda la educación del país.

## CONCLUSIONES

Entre 2010 y 2015 se habrá realizado en Costa Rica un conjunto de acciones de reforma de la educación matemática que inevitablemente dejará una huella profunda. Se aprobó una reforma curricular radical, se desencadenaron procesos de formación continua y la construcción de recursos y medios de comunicación y proyección nunca antes vistos en la educación de este país. Las características específicas de estos cambios curriculares no pueden dejar de generar un gran impacto, pues se refieren no sólo a un ajuste de contenidos sino a la acción directa en las aulas, a la práctica educativa. Al ser una reforma integral para toda la educación primaria y secundaria, y especialmente en la primaria, impactará directamente los quehaceres en las otras asignaturas del currículo escolar. La presencia de tantos recursos de apoyo dentro de los mismos programas se vuelve un instrumento del cual alimentarse en la acción escolar, aunque no haya un proyecto o una comisión formal que inspire la reforma. La experiencia que se habrá sostenido por varios años, mediante el uso de plataformas tecnológicas y de Internet, en las capacitaciones docentes ha empezado a crear una cultura nueva, que si bien una política equivocada o mezquina podría debilitar, ya no se podrá abandonar en el país —todo apunta

en el mundo a potenciar acciones educativas y trabajo con los profesionales de la docencia por medio de la tecnología.

La educación matemática en Costa Rica ya no es ni podrá ser la que existía hasta 2010, se quiera o no. La lucidez de un ministro para proponer una reforma en el currículo escolar de matemáticas y para escoger un equipo independiente de alto nivel en la educación matemática para llevarla a cabo, la presencia oficial de un currículo de vanguardia con parámetros internacionales, así como los avances en capacitación e implementación ya realizados, han trastocado para siempre la realidad de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en este país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, A.L., Alpízar, M., Morales, Y., Ramírez O. y Salas, O. (2013). La formación inicial y continua de docentes de Matemáticas en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Número especial, noviembre. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/12225>
- Barber, M. & Mourshed, M. (2007). *How the World's Best-Performing School Systems Come Out On Top*, McKinsey & Company, Social Sector Office. Disponible en: [http://www.mckinsey.com/clientervice/social\\_sector/our\\_practices/education/knowledge\\_highlights/best\\_performing\\_school.aspx](http://www.mckinsey.com/clientervice/social_sector/our_practices/education/knowledge_highlights/best_performing_school.aspx)
- Brousseau, G. (1998). *Theory of Didactical Situations in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht: Reidel.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: Reidel.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishing.
- Fullan, M. (2008). *The Six Secrets of Change*. Disponible en: <http://www.michaelfullan.ca/images/handouts/2008SixSecretsofChangeKeynoteA4.pdf>
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (1995a). *Programa de estudios. Primer ciclo. Matemáticas*. Costa Rica: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (1995b). *Programa de estudios. Segundo ciclo. Matemáticas*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (1995c). *Programa de estudios. Tercer ciclo. Matemáticas*. Costa Rica: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.

- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (1996). *Programa de estudios. Educación Diversificada. Matemáticas*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2001a). *Programa de estudios. Educación Diversificada. Matemáticas*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2001b). *Programa de estudios. Tercer ciclo. Matemáticas*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2005a). *Programa de estudios. Educación Diversificada. Matemáticas*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2005b). *Programa de estudios. Tercer ciclo. Matemáticas*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2012). *Programas de Estudio Matemáticas. Educación General Básica y Ciclo Diversificado*. San José: Ministerio de Educación Pública de Costa Rica.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2010a). *Making it Happen*. Reston: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2003). *Principios y estándares para la educación matemática* (trad. de Manuel Fernández Reyes). Sevilla: Sociedad Andaluza para la Educación Matemática “THALES”.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework—Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OECD.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2005). *Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana*. Barcelona: Santillana Educación.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2010a). *PISA 2012 Mathematics Framework*. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/8/38/46961598.pdf> el 6 de marzo de 2012.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2010b). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do—Student Performance in Reading, Mathematics and Science [Vol. I]*. Disponible en: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/48852548.pdf>
- Rico, L. y Lupiáñez, J. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza Editorial.
- Ruiz, A. (1985a). Implicaciones teórico-filosóficas del teorema de Gödel en el paradigma racionalista de la reflexión sobre las matemáticas. *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*. XXIII, (58), diciembre.

- Ruiz, A. (1985b). El factor “paradojas” y el factor “Gödel” en los fundamentos de la matemática. *Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Costa Rica* IX(12), 97108.
- Ruiz, A. (1987). Fundamentos para una nueva actitud en la enseñanza moderna de las Matemáticas Elementales. *Boletín de la Sociedade paranaense de matemática* VIII(1), junio.
- Ruiz, A. (1988). El papel de la filosofía y la historia en la enseñanza de las matemáticas. Memorias de la Segunda Reunión Centroamericana sobre Formación de Profesores e Investigadores en Matemática Educativa, marzo, Guatemala.
- Ruiz, A. (1990a). *Matemáticas y filosofía. Estudios logicistas*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Ruiz, A. (1990b). Matemáticas: una reconstrucción histórico-filosófica para una nueva enseñanza. En UNESCO. *Educación matemática en las Américas VII (Actas de la VII Conferencia Interamericana de Educación Matemática*, República Dominicana, 12-16 de julio de 1987). Reeditado en *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática* 7, julio 2011.
- Ruiz, A. (1992). Las matemáticas modernas en las Américas: filosofía de una reforma. *Educación matemática (Revista Iberoamericana de Educación Matemática)*. 4(1).
- Ruiz, A. (1995a). (Editor). *Historia de las matemáticas en Costa Rica. Una introducción*. San José Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Ruiz, A. (1995b). Fundamentos teóricos e históricos de la reforma de los programas de matemáticas en la primaria y secundaria costarricenses en 1995. En Memorias de la Novena Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e investigadores en Matemática Educativa. La Habana, agosto de 1995.
- Ruiz, A. (1995c). Constructivismo empírico y filosofía de las matemáticas. Comentario sobre ideas de Kitcher y Ernest. En *Memoria de la Novena Reunión Centroamericana y del Caribe sobre formación de profesores e investigadores en Matemática Educativa*. La Habana.
- Ruiz, A. (1997). La educación matemática en Costa Rica. Un plan de emergencia. Manuscrito en archivo personal.
- Ruiz, A. (2000). *El desafío de las matemáticas*. Heredia: Editorial de la Universidad Nacional. Disponible en: <http://angelruizz.com>.
- Ruiz, A. (2001). Asuntos de método en la educación matemática. *Matemática, Educación e Internet* 2 (1), abril. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/revistamate>
- Ruiz, A. (2003). *Historia y filosofía de las matemáticas*, San José: Editorial de la Universidad Estatal a Distancia.

- Ruiz, A. (2006). *Universalización de la educación secundaria y reforma educativa*, San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica/Consejo Nacional de Rectores.
- Ruiz, A. (2010). Conocimientos y currículo en la educación matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 6. Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6925/6611>
- Ruiz, A. (2011). La lección de matemáticas a través de estudios internacionales con videos. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8, Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6950/6636>.
- Ruiz, A. (2013, julio). Reforma de la educación matemática en Costa Rica. Perspectiva de la praxis. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Número especial*, Disponible en: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/issue/view/1186>
- Ruiz, A. y Barrantes, H. (1991a). La reforma matemática de la década de los sesenta en Costa Rica: aspectos ideológicos. En A. Ruiz (editor). *Ciencia y tecnología. Cuadernos del pasado y el futuro*. San José: Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia.
- Ruiz, A. (1991b). Historia de la implantación de las matemáticas modernas en la educación costarricense. En A. Ruiz (editor): *Ciencia y tecnología. Cuadernos del pasado y el futuro*, San José: Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia.
- Ruiz, A. (1998). *The History of the Inter American Committee of Mathematics Education* (edición bilingüe español e inglés). Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,.
- Ruiz, A., Barrantes, H. y Gamboa, R. (2009). *Encrucijada en la enseñanza de las matemáticas: la formación de educadores*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Shimizu, Y. (2007). What Are the Characteristics of Japanese Lessons Emerged by the International Comparisons? En M. Isoda, M. Stephens, Y. Ohara y T. Miyakawa, *Japanese Lesson Study in Mathematics*, Singapur: World Publishing Co.
- Shimizu, Y. (2009). Characterizing Exemplary Mathematics Instruction in Japanese Classrooms from the Learner's Perspective. *ZDM Mathematics Education* 41:311-318.