



Ángel Ruiz

Reseña breve



Nacido en Costa Rica, es especialista en la Historia y Filosofía de las Matemáticas, y experto en temas de implementación curricular en Matemáticas escolares.

Profesor retirado de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica, donde fundó el *Centro de Investigaciones Matemáticas y Metamatemáticas* en 1997 y fue su director hasta el 2012.

Fue traductor al español (junto con H. Barrantes y M. Josephy) de las *Disquisitiones Arithmeticae* de Carl Gauss escrito originalmente en latín, publicado por la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Autor, editor y productor de más de 400 publicaciones académicas (incluidos 36 libros impresos) dentro y fuera de Costa Rica.

Ha sido orador invitado en cerca de 200 eventos presenciales en 25 países de todos los continentes.

Inspiró y dirigió la elaboración e implementación del [currículo escolar nacional de matemáticas en Costa Rica](#) (grados 1-12) vigente oficialmente desde 2012. Fundador y Director del [Proyecto Reforma Matemática](#).

Es el único latinoamericano que ha ocupado durante dos mandatos la vicepresidencia de la [Comisión Internacional de Enseñanza de la Matemática ICMI](#). Fue durante 8 años miembro de la *Comisión de Países en Desarrollo* CDC de la [Unión Matemática Internacional IMU](#).

Ángel fue el Presidente del [Comité Interamericano de Educación Matemática](#) durante cuatro periodos, 2007-2023. Y es el Presidente de su [Consejo Internacional](#) desde 2024.

En 2012 fue el fundador y desde entonces ha sido el líder de la [Red de Educación Matemática de América Central y El Caribe](#).

Fue miembro del *Comité Internacional del Programa del Estudio del ICMI 24* que generó el volumen [Mathematics Curriculum Reforms Around the World](#) (editado para Springer por Y. Shimizu y R. Vithal (2023).



Lecciones desde una reforma matemática en América Central
Lessons from a Mathematical Reform in Central America
Lições de uma reforma matemática na América Central

Ángel Ruiz

<p>Resumen</p>	<p>Desde 2012 se ha dado una reforma matemática en Costa Rica que ha generado importantes resultados para las Matemáticas y su enseñanza en ese país y que aporta lecciones para otros países en reformas de las Matemáticas escolares. Aquí se reseña su historia, la naturaleza del currículo que la fundamenta, las acciones, y los recursos que se crearon o no se crearon para desarrollarla, con un especial detalle en el uso original y diseño de tecnologías, así como en las dimensiones sociales y políticas que han intervenido. Una dimensión importante que se trata es acerca del papel de un colectivo humano de investigadores en la Educación Matemática que diseñó y también orientó la implementación de un currículo obligatorio para todo un país, en lo que podría ser visto como un “paso de la teoría a la práctica”.</p> <p>Palabras clave: Currículo, Educación Matemática, Costa Rica</p>
<p>Abstract</p>	<p>Since 2012, there has been a mathematical reform in Costa Rica that has generated important results for Mathematics Education in that country and that provides lessons for other countries in school mathematics reforms. Here we review its history, the nature of the curriculum that underpins it, the actions, and the resources that were created or not created to develop it, with special detail in the original use and design of technologies, as well as in the social and political dimensions that have intervened. An important dimension that is discussed is about the role of a human collective of researchers in Mathematics Education that designed and guided the implementation of a compulsory curriculum for an entire country, in what could be seen as a "passage from theory to practice".</p> <p>Keywords: Curriculum, Mathematics Education, Costa Rica</p>
<p>Resumo</p>	<p>Desde 2012, houve na Costa Rica uma reforma matemática que gerou resultados importantes para a matemática e seu ensino e que fornece lições para outros países em reformas de matemática escolar. Aqui revisamos sua história, a natureza do currículo que a sustenta, as ações e os recursos que foram criados ou não criados para desenvolvê-la, com especial detalhe no uso e design original das tecnologias, bem como nas dimensões sociais e políticas que intervieram neste processo. Uma dimensão importante que se discute é sobre o papel de um coletivo humano de pesquisadores em Educação Matemática que desenhou e também orientou a implementação de um currículo obrigatório para todo um país, no que pode ser visto como uma "passagem da teoria à prática".</p> <p>Palavras-chave: Currículo, Educação Matemática, Costa Rica.</p>

Introducción

¿Qué entendemos por un currículo? Mogens Niss, por ejemplo, concibe el “currículum” como un vector constituido por seis componentes (‘metas’, ‘contenidos’, ‘materiales’, ‘formas de enseñanza’, ‘actividades estudiantiles’ y ‘evaluación’). Así, un currículum se determina especificando cada uno de estos componentes y se implementa poniéndolos en práctica” (Niss, 2018, p. 70; Ruiz *et al.*, 2023). Nos referiremos aquí al “currículum” costarricense como un documento oficial que solo incluye “metas” y “contenidos”. Sin embargo, como veremos, este texto curricular incorpora material para su implementación, así como propuestas metodológicamente precisas para conducir la acción en el aula.

Desde mediados de los años 1990 hasta 2012, no hubo cambios curriculares sustanciales en las Matemáticas escolares en Costa Rica. Un currículo en 1995 asumió como visión un enfoque “constructivista”, aunque se trataba de una construcción muy general. Si bien ese currículo se distanció de la influencia de la “New Math” que en ese país comenzó en los años 1960 a impactar decisivamente la matemática y su enseñanza (ver Ruiz, 2023a), no se libró de otras debilidades conceptuales muy importantes (Ruiz, 2013). Por ejemplo, las secciones de fundamentos teóricos que antecedieron y sustentaron todo ese currículo no se reflejaban en la malla curricular específica; no había tampoco un paradigma pedagógico organizador. Otros elementos: no había integración curricular entre primaria (grados 1° a 6°) y secundaria (grados 7° a 12°), eran dos currículos separados. Temas como la resolución de problemas o el cultivo de capacidades cognitivas superiores fueron pobremente incluidas, y lo mismo ocurría con el uso de tecnologías. Áreas cruciales como la estadística y la probabilidad o la geometría de coordenadas eran casi inexistentes.

Para Ruiz (2013), este currículo, que sufrió algunas modificaciones menores en 2001 y 2005, se encontraba considerablemente rezagado en relación con los principales resultados de la comunidad de Educación Matemática en el planeta, así como con las mejores prácticas curriculares en los sistemas educativos avanzados. Por eso, a principios de la segunda década del siglo XXI en ese país era un desafío esencial diseñar un currículo acorde con las mejores tendencias internacionales y nacionales para nutrir la acción de los diversos agentes educativos. En el 2012 las más altas autoridades educativas costarricenses aprobaron un nuevo currículo (MEP, 2012) que rompía significativamente con la historia curricular de ese país en las Matemáticas. ¿Cómo se gestó? ¿La naturaleza del currículo? ¿Su implementación? ¿Protagonistas? ¿Lecciones para la comunidad educativa internacional? ¿Perspectivas?

1. El origen de la reforma gracias a una ventana política

La oportunidad de un nuevo diseño curricular se dio en la segunda década del siglo XXI. Por iniciativa del Ministro de Educación Pública de Costa Rica (Leonardo Garnier), se inició un proceso de elaboración de un nuevo currículo. Este Ministro, a finales de 2010, le pidió a Ángel Ruiz (un reconocido investigador en Educación Matemática) que liderara una reforma curricular, él aceptó y conformó un equipo de trabajo. Aunque la expectativa del Ministro era diseñar un ajuste que se podía limitar a algunos de los niveles educativos, Ruiz formuló una propuesta de reforma curricular mucho más amplia. Esta incluiría todos los grados desde el primero hasta el último de la educación preuniversitaria, la propuesta involucraría un número mucho mayor de agentes educativos (pues afectaba todos los grados escolares). Más lejos, no se planteó simplemente hacer una “colección de parches”, se propuso dar un salto

cuantitativo, hacer una reforma profunda. Además, el diseño sería realizado por su equipo de *manera independiente* a los funcionarios de Oficinas Centrales del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP).

Ruiz propuso el diseño curricular como un primer paso de la implementación curricular siguiendo su “Perspectiva de la praxis en la Educación Matemática” (Ruiz, 2013). En ese sentido significaría un período de dos o tres décadas para su implementación final (algo ambicioso). El Ministro aceptó todos los términos y riesgos de esta propuesta (ver detalles en Ruiz, 2013).

El nuevo currículo (MEP, 2012) fue aprobado por las máximas autoridades educativas el 21 de mayo de 2012, también asumiendo la perspectiva estratégica y todos los riesgos. Así poco tiempo después se publicó en papel este “libro amarillo” de 519 páginas para llegarle a más de 23.000 educadores (ver figura 1). La versión online se puede ver en:

<https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2024/05/Programa-Matematicas-2012-completo.pdf>.

Esto era inédito en Costa Rica.

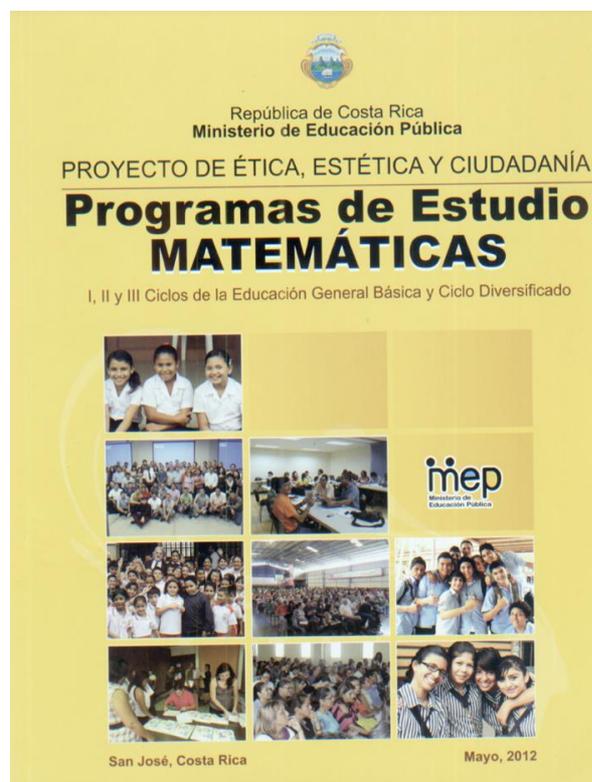


Figura 1. Portada del Currículo oficial de Matemáticas en Costa Rica, Grados 1 a 12.
Fuente: MEP (2012)

Desde el inicio de esta reforma, la intervención de factores políticos era inevitable, debía involucrar a diferentes ministros.

2. ¿Por qué una reforma amplia y profunda?

Una reforma “amplia” que incluyera no solo toda la educación secundaria sino también toda la primaria invocaba más esfuerzos no solo en términos del diseño curricular, pero especialmente de su implementación (en la secundaria de Costa Rica

había unos 3000 docentes de Matemáticas, mientras en la primaria cerca de 30.000). Las razones para hacerlo obedecían a una visión integral de la preparación escolar.

La “profundidad” de cambios obedecía en primer lugar a las debilidades de los currículos previos. Se buscó crear un currículo que, aunque aterrizado en la realidad local, abordara los principales problemas y debilidades de currículos previos y generara una perspectiva que sirviera de base para las acciones educativas durante muchos años.

Se trataba de crear la referencia para ajustes relevantes necesarios en todos los niveles educativos, ya fuera que se pudieran realizar pronto o en un mediano o lejano futuros.

En América Latina, normalmente no sucede que investigadores universitarios tengan la posibilidad histórica de crear un diseño curricular que vaya a afectar a toda la nación. Para estos universitarios, se trataba de aprovechar la ventana política para ofrecerle a este país una ruta con las mejores perspectivas intelectuales posibles disponibles en la comunidad internacional, aunque siempre dentro de lo realizable en territorio nacional, aunque con la mirada puesta en el futuro. Esta decisión tenía consecuencias: había que prepararse para un periodo muy largo de implementación curricular, lleno de incertidumbre e imprevistos. De antemano, se invocarían desde un inicio perseverancia y flexibilidad.

3. La esencia del currículo

MEP (2012) estableció como su constructo articulador el desarrollo de una “competencia matemática general”, entendida como una capacidad global de los individuos para comprender y aplicar las Matemáticas en diversos contextos.

3.1 Objetos curriculares para promover la competencia: procesos, habilidades, ejes, niveles de complejidad

Para materializar el propósito general, se introdujeron diversos objetos curriculares *con diferentes roles*, entre ellos:

- “Procesos”: familias de actividades asociadas a “capacidades cognitivas superiores transversales a todo el conocimiento matemático”. Estas son: razonar y argumentar, plantear y resolver problemas, conectar, comunicar y representar.
- “Habilidades”: “habilidades específicas” (a desarrollar en periodos cortos dentro de un año escolar) y “habilidades generales” (a desarrollar en ciclos de 2 o tres años), todas asociadas a las áreas matemáticas.

Se proponen cinco ejes curriculares (énfasis o estrategias): la resolución de problemas, contextualización activa, uso intenso pero inteligente de las tecnologías, y la utilización de la historia de las Matemáticas. Además, se establece como eje el cultivo de actitudes y creencias positivas sobre las Matemáticas y su enseñanza (MEP, 2012; Ruiz, 2013). Aunque la figura 2 coloca este eje en el mismo nivel de los otros, este constituye un medio más amplio que alimenta todos los objetivos; asume el principio de que hay que combatir la “matefobia” para generar condiciones para el aprendizaje.

El eje de la “Resolución de problemas” se materializa en un “modelo de cuatro pasos”: una *estrategia pedagógica* para la construcción de aprendizajes en el aula o en otras situaciones educativas. Junto con la “Contextualización activa”, esos dos ejes forman el *enfoque principal* del currículo.



Figura 2, Diagrama de las categorías principales del currículo. Fuente: MEP (2012), elaboración propia.

Además, MEP (2012) propone utilizar tareas matemáticas en tres “niveles de complejidad”: reproducción, conexión, reflexión, de demanda cognitiva creciente. Los términos fueron tomados del marco teórico de las pruebas PISA de 2003, pero tienen en este currículo un significado propio. Estos niveles dependen de los grados de intervención de los procesos o capacidades superiores (lo que desarrollaremos más adelante); como se sugiere en la figura 2 y más claro aún en la siguiente.

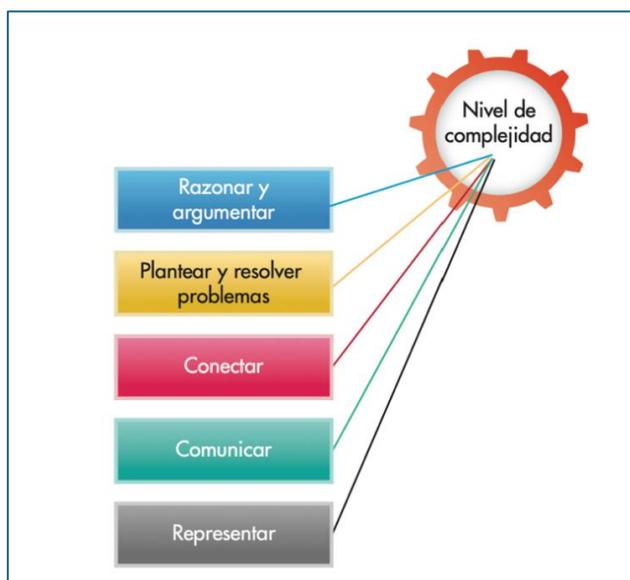


Figura 3. Los procesos determinan los niveles de complejidad.
Fuente: tomada de Ruiz (2018).

Las habilidades específicas deben ser trabajadas en lo posible *de manera integrada* (una ruptura drástica con los enfoques conductistas previos donde se planteaban objetivos programados “compartimentalizados”). Esta integración es crucial epistemológica y pedagógicamente, pero también es necesaria para poder desarrollar en el aula el currículo en tiempos escolares siempre escasos. Véase la figura 2: habilidades y su integración están asociados consubstancialmente.

3.2 Naturaleza de las áreas matemáticas

Aunque el propósito fundamental busca el desarrollo de las capacidades superiores y la competencia matemática, la articulación de la malla curricular parte de las cinco áreas matemáticas: números, geometría, medidas, relaciones y álgebra, estadística y probabilidad, que son las mismas en todos los grados escolares con diferentes dedicaciones (por ejemplo, Números es mayor en Primaria, como representa la figura 4). Aquí hay una visión curricular original: no es un currículo “por contenidos”, pero tampoco uno “por competencias”. Todo comienza con los conocimientos, pero para desarrollar capacidades en la mediación pedagógica. Esto reforzaba la necesidad de la implementación, múltiples apoyos, para no arriesgar a quedarse solo en contenidos.

Cada área incluyó enfoques precisos basados en investigaciones o experiencias internacionales y nacionales relevantes para Costa Rica; por ejemplo: en estadística y probabilidad se enfatiza el uso de sus objetos para analizar la información y la toma de decisiones en problemas reales o que puedan visualizarse como reales, y no el mero cálculo de digamos la mediana, la moda, la desviación estándar, etc. En números se fomenta el uso y cálculo en problemas; y hay un desprendimiento del anterior uso excesivo y artificial de la teoría de conjuntos en el manejo de los sistemas numéricos. El pensamiento algebraico se fortalece de manera progresiva desde los primeros grados escolares. La geometría de coordenadas y de movimientos en el plano juegan un papel especial en el nuevo currículo, a expensas de elementos tradicionales de la geometría euclidiana.

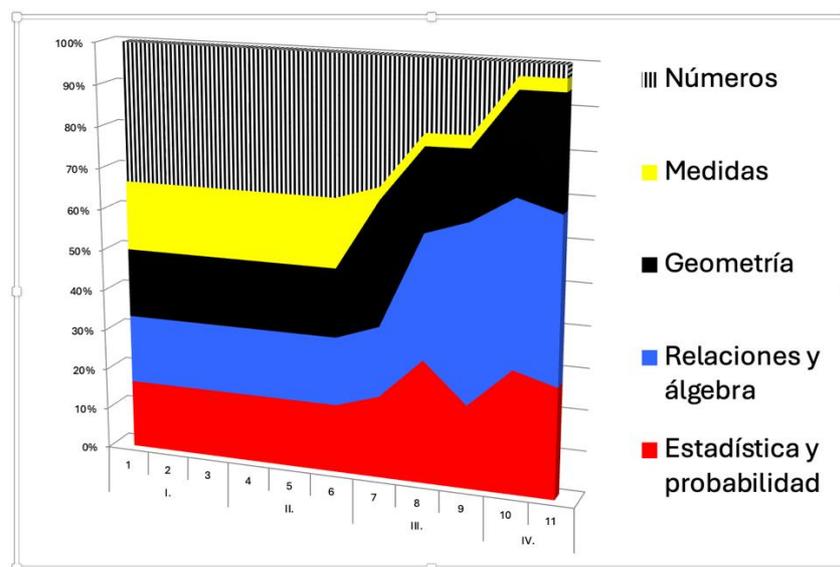


Figura 4. Énfasis de áreas matemáticas en grados 1 al 11.
Fuentes: MEP (2012), Ruiz (2013).

Todos estos elementos curriculares se aplican en todos los niveles educativos. MEP (2012) tiene un espíritu integrador *horizontal* y *verticalmente*.

3.3 Insumos internacionales al servicio de una visión original

Encontramos en este currículo una perspectiva “pragmática” de las Matemáticas y su enseñanza, con énfasis en dimensiones *socio-empíricas*, influencia del *National Council of Teachers of Mathematics* (EUA), del marco teórico de las pruebas PISA y la Educación Matemática Realista (H. Freudenthal); también, especialmente, el insumo de una lectura de la lección japonesa (sobre todo en el modelo de los cuatro pasos). Véase las notas en MEP (2012). Sin embargo, algunos elementos teóricos

originales se usaron, otros fueron reconceptualizados y redimensionados según las condiciones de la realidad costarricense. En particular, debe indicarse que muchos de sus fundamentos filosóficos fueron nutridos por planteamientos teóricos y curriculares de intelectuales costarricenses (Ruiz, 1987, 2000, 2003, 2011).

El equipo redactor de la Reforma Matemática estudió con cuidado las mejores prácticas e investigaciones internacionales, pero no importó resultados meramente, sino que articuló una propuesta propia. Es un ejemplo de aplicación de la “Ley de la diversidad” del *Estudio del ICMI 24*: “Puede haber una combinación de factores para la implementación de una reforma curricular que tenga éxito en un país y no lo tenga en otro” (Ruiz, 2023b, p. 325). Y, por lo tanto: “No es adecuado tratar de traducir mecánicamente, importar currículos o ideas curriculares de un país a otro, de un contexto a otro” (*ídem*).

La profundidad y amplitud de los cambios representó una fuerte “disrupción ecológica” (Artigue, 2018, p. 43; Ruiz *et al.*, 2023), un “salto cuántico” (Ruiz, 2020b, p. 11), en la historia curricular de Costa Rica. Como aun sucede en muchos países de la región, Costa Rica se había caracterizado por una grave debilidad en sus programas de formación docente (especialmente en primaria) y una formación en servicio casi inexistente. Esto era un verdadero desafío para una reforma curricular de esta naturaleza disruptiva.

4. La “Perspectiva de la praxis” en acción

¿Qué es la *Perspectiva de la praxis*? En pocas palabras: “No ... diseñar un programa ‘in vitro’ que luego se buscaría implantar de alguna manera. El diseño curricular estuvo determinado desde un principio por lo que se deseaba en la práctica, para la acción de aula” (Ruiz, 2013, p. 87; MEP 2012).

De entrada, las decisiones acerca de las áreas, objetivos, contenidos y enfoques del currículo consideraron las posibilidades de su implementación. Por eso se hicieron cambios precisos agregando algunos tópicos nuevos y eliminando o ajustando otros. Por ejemplo, se eliminó el tema de las funciones trigonométricas puesto que este consumía demasiado tiempo de aula en la Secundaria, beneficiaba a solamente un sector de estudiantes que luego siguieran estudios universitarios, y era un tópico que podía ser incluido sin dificultad dentro de la formación impartida por las universidades. PRM (2012) indica todos los contenidos (y las lecciones que implicaban) de los programas anteriores que no fueron incluidos en MEP (2012).

4.1 El modelo de los cuatro pasos

La secuencia tradicional en la acción de aula “teoría, ejemplo, práctica rutinaria y eventual problema”, se rompía con la perspectiva teórica del nuevo currículo, basado en un influjo constructivista, énfasis en la construcción por el sujeto de aprendizajes, con demandas cognitivas crecientes, y a la vez con un papel activo por parte del docente para la “institucionalización” de los tópicos.

¿Qué es el “modelo de los cuatro pasos”? En general, en este modelo la construcción de aprendizajes debe comenzar con la presentación de un problema. A este primer paso debe seguir otro en el cual los estudiantes deben trabajar independientemente el problema, seguido de otro en que se exploran y contrastan las diferentes rutas o propuestas de solución de manera colectiva, y finalmente una clausura aportando las respuestas al problema inicial tomando en cuenta el desarrollo en el aula y con base en el conocimiento institucionalizado en la comunidad matemática. Debe haber coherencia e imbricación entre todos los pasos.

Este modelo condensa en gran medida la visión curricular y teórica del nuevo currículo, pero no era necesario introducirlo. ¿Por qué se formuló, y además con tanta relevancia? Porque era un instrumento para favorecer la implementación curricular en *un contexto con agentes educativos con dimensiones vulnerables* (especialmente en su preparación profesional). Un cierto nivel de guía y “automatización” facilitarían la acción de aula. Era un desafío para los docentes diseñar problemas capaces de desencadenar la construcción de aprendizajes, esto era un “mundo nuevo”.

4.2 Indicaciones puntuales

El texto curricular incluyó alrededor de 1700 indicaciones, ejemplos y sugerencias. Estos se encontraban en una tercera columna adicional a las de conocimientos y habilidades, lo que hizo que el texto fuese largo, con más de 500 páginas (ver figura 5). La primera columna es de conocimientos, la segunda de habilidades asociadas a estos, en la tercera se describe la ubicación y funcionamiento de los procesos, los niveles de complejidad, los ejes curriculares, los contextos y cómo abordar el desarrollo de habilidades.

¿Por qué combinar elementos de diseño con tantos detalles de implementación curricular? ¿Por qué no presentar solo un conjunto de conocimientos y habilidades? Por el sentido disruptivo y las innovaciones de este currículo. En un contexto con docentes con debilidades en su formación, era necesario ofrecer instrumentos adicionales de apoyo para entender, aceptar y aplicar un currículo con estas características. La columna de indicaciones puntuales fue un primer medio. Y su diseño fue una ruptura radical con la estructura de los documentos curriculares tradicionales del país.

<p>Expresiones algebraicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de expresión algebraica • Valor numérico • Monomios - Monomios Semejantes - Operaciones con monomios - Factor numérico y factor literal • Polinomios - Operaciones con polinomios - Productos notables 	<p>3. Identificar una expresión algebraica.</p> <p>4. Utilizar leyes de potencias para la simplificación de expresiones algebraicas.</p> <p>5. Determinar el valor numérico de una expresión algebraica.</p>	<p>▲ Repase las leyes de potencias para simplificar expresiones algebraicas y de variables. Se pueden implementar ejemplos numéricos para generalizar la idea con variables.</p> <table border="1" data-bbox="786 286 1228 427"> <thead> <tr> <th>Numérico</th> <th>Algebraico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\frac{5^7}{5^{11}} = \frac{1}{5^4}$</td> <td>$\frac{y^7}{y^{11}} = \frac{1}{y^4}$ si $y \neq 0$</td> </tr> <tr> <td>$(3^7)^4 = 3^{7 \cdot 4} = 3^{28}$</td> <td>$(x^7)^4 = x^{7 \cdot 4} = x^{28}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>Cada estudiante debe tener claro que una <i>variable</i> es un símbolo o letra que se utiliza para representar a un número desconocido, y que una <i>expresión algebraica</i> es una colección de variables y constantes (números) que son combinados con operaciones de suma, resta, división, multiplicación y potenciación. Ejemplos:</p> $5x - 1, 3x - 5y^2, \frac{3 + x}{1 + 2x^3}$ <p>▲ Se pueden aprovechar las relaciones ya estudiadas para reforzar la noción de valor numérico de una expresión algebraica.</p> <p>😊 El área A de un rectángulo de base b y altura h es modelada por ecuación $A = b \cdot h$. Calcule el valor de A cuando $b = 2,75$; $h = 1,39$.</p> <p>⚙️😊 La ley de Boyle establece que en un recipiente cerrado con temperatura constante la presión de un gas es inversamente proporcional a su volumen. El modelo es:</p> $P = \frac{k}{V}$ <p>siendo P la presión en atmósfera y V el volumen en litros, k la constante de proporcionalidad. Calcule la presión cuando</p> $V = 0,75 \text{ L}, k = 30 \text{ L} \cdot \text{atm.}$	Numérico	Algebraico	$\frac{5^7}{5^{11}} = \frac{1}{5^4}$	$\frac{y^7}{y^{11}} = \frac{1}{y^4}$ si $y \neq 0$	$(3^7)^4 = 3^{7 \cdot 4} = 3^{28}$	$(x^7)^4 = x^{7 \cdot 4} = x^{28}$
Numérico	Algebraico							
$\frac{5^7}{5^{11}} = \frac{1}{5^4}$	$\frac{y^7}{y^{11}} = \frac{1}{y^4}$ si $y \neq 0$							
$(3^7)^4 = 3^{7 \cdot 4} = 3^{28}$	$(x^7)^4 = x^{7 \cdot 4} = x^{28}$							

Figura 5. Un ejemplo de la tercera columna de indicaciones puntuales. Fuente: MEP (2012).

4.3 Un proceso gradual con apoyo curricular

No todos los grados escolares podían introducir el currículo completo al mismo tiempo. En muchos casos se necesitaban ciertos conocimientos y habilidades previas. Para implementar el programa, se diseñaron *programas de transición* para cada año desde 2013 hasta 2017, lo que implicó una estrategia progresiva y detallada (PRM, 2024b). Esto era también inédito en Costa Rica.

4.4 Documentos de apoyo

En 2013, se crearon cuatro documentos largos que incluían ejemplos prácticos para introducir todos los elementos curriculares (PRM, 2013). En 2014 se publicó una colección de doce documentos que mostraban cómo integrar habilidades a lo largo de la malla curricular, incluyendo ejemplos y el número de lecciones sugeridas en los diferentes temas (PRM, 2014a, 2014b). Estos documentos en formato digital han estado disponibles en línea desde su publicación.

En Costa Rica nunca se había implementado un proceso gradual tan cuidadoso para proporcionar insumos a los agentes educativos a través del currículo y documentos muy detallados.

5. El equipo de la Reforma Matemática

Entre 2010 y 2012 el equipo que elaboró el currículo estuvo formado por investigadores universitarios (a título personal, no en representación de sus

instituciones) y algunos profesores de secundaria y primaria cooptados por Ruiz y casi todos destacados por el MEP).



Figura 6. Parte del equipo humano del Proyecto, 2014. Fuente: www.reformamatemática.net.

5.1 El Proyecto

En el 2012 se creó el *Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica* (diseñado por Ruiz con aprobación del Ministro Garnier), para completar la redacción curricular (una segunda versión corregida) pero, sobre todo, para realizar acciones de implementación. La mayoría de los redactores originales se unieron al Proyecto, así como otros docentes y profesionales (con formación en plataformas tecnológicas). En la figura 6 se puede ver parte de sus miembros en 2014.

Este Proyecto era formalmente parte del MEP, el cual, entre 2012 y 2022, proporcionó entre tres y cinco profesores de secundaria para trabajar a tiempo completo para el Proyecto. Algunas ONG apoyaron financieramente este esfuerzo entre 2012 y 2017. La más importante fue la “Fundación Costa Rica – Estados Unidos de América para la Cooperación”, CRUSA (<https://comunidad.crusa.cr>).

Se debe resaltar que este Proyecto buscaba trascender los ciclos políticos electorales. Esto nunca había sucedido en Costa Rica.

Las características y acciones de este equipo influyeron en las decisiones más importantes para reformar la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas en ese país durante 2012-2022.

5.2 Diseño e implementación convergentes

En esta experiencia se debe resaltar la convergencia del diseño curricular y las acciones de implementación que siguieron a su aprobación nacional.

La implementación incluyó una combinación de soporte del MEP y el apoyo financiero de ONGs en los primeros años. Pero la intervención armónica de estos factores siempre dependió de otro factor, del apoyo de las autoridades políticas educativas del mayor nivel.

Pero hay que ir más lejos. Para avanzar en la implementación habría sido posible tener apoyos financieros, institucionales y políticos, pero se necesitaba la articulación de las acciones entre Proyecto, estructura del MEP (oficinas, funcionarios), las organizaciones cooperantes y las autoridades políticas. En esto la capacidad de gestión y liderazgo del Proyecto fue el elemento crucial. Es decir, en este tipo de situaciones se requiere experticia para la visualización, antelación y concertación política. Aquí se debe traer a colación la opinión del historiador y epistemólogo colombiano, Luis Carlos Arboleda: “en esta reforma han convergido diversos elementos teóricos y de oportunidad, e incluso ha sido relevante la experiencia política acumulada por muchos años del director del diseño curricular y del proyecto; es como si sus diversas etapas de desarrollo intelectual individual fueron etapas de preparación para asumir este desafío reformador” (citado en Ruiz, 2013).

5.3 Autonomía y apoyo político

Shimizu & Vithal (2023) sugieren como conveniente el equilibrio entre estrategias “de arriba hacia abajo” y “de abajo hacia arriba” para la implementación curricular (Ruiz, 2023b). Sin embargo, Costa Rica siguió esencialmente un proceso “de arriba hacia abajo”.

Los cambios en el gobierno nacional generaban periodos inestables e inciertos, no solo por las posibles ideas del nuevo ministro sino porque algunos de los agentes que se opusieron a la reforma desde el inicio siempre depositaron en las nuevas administraciones la esperanza de volver al pasado curricular y socavar el papel del equipo reformador. La autonomía que se le dio a los reformadores tanto en el diseño como en los años de implementación permitió hacer innovaciones importantes y desarrollar procesos con gran eficiencia. Pero de igual manera generó suspicacias por parte de funcionarios de las oficinas centrales del MEP.

Durante 2012-2022, el Proyecto fue apoyado por cinco Ministros de Educación, pero en septiembre de 2022 el MEP dejó de proporcionar profesores para ese Proyecto. Desde ese momento, cambió de nombre para evidenciar una nueva etapa: “Proyecto Reforma Matemática” (PRM) [Proyecto Reforma Matemática, <https://www.reformamatematica.net>]. Estos términos son los que usaremos en este artículo.

5.4 Un proceso “de la cúspide a la base” *sui generis*

La reforma matemática en Costa Rica no se construyó plenamente como un proceso “de la base hacia la cima”. Las autoridades políticas escogieron un equipo que redactó el currículo. No se dio un largo periodo previo de consultas a docentes, asesores, estudiantes y otros agentes educativos, con luego planes piloto que nutrieran un proceso que al final finalizara con el nuevo texto curricular.

En Costa Rica no ha existido nunca un protocolo formal para realizar diseños curriculares. Los ajustes o nuevos diseños curriculares siempre dependieron de los

deseos del ministro de turno. Nunca había prevalecido la idea de construir planes estratégicos de largo plazo que pudieran durar 10, 15 o 20 años. Se daba una ausencia de una cultura estratégica de diseños, ajustes e implementaciones curriculares en todos los agentes educativos. Y esto es algo que ocurre en muchos otros países en América Latina.

La razón fundamental para una orientación esencialmente “de la cúspide a la base” fue el *timing* establecido por administraciones políticas de cuatro años, donde difícilmente se repiten ministros. Era muy poco tiempo el que se tenía para diseñar, aprobar y comenzar la implementación de un currículo. El equipo de reforma tuvo nueve meses para aportar la primera versión del currículo. No era posible asegurar que, al iniciar una reforma, esta tendría continuidad en los siguientes gobiernos.

Ahora bien, el diseño curricular no fue un proceso *normal* “de la cúspide a la base” enviado como un *ukase* a los agentes educativos. En primer lugar, el equipo redactor incluía en su seno docentes en servicio e investigadores que durante muchos años habían estado en contacto con diversos sectores de docentes. En segundo lugar, una primera versión en 2011 fue sometida a un escrutinio de universidades públicas y sindicatos (con un fuerte debate nacional); ese mismo año se dio una “socialización” de la primera versión que llegó a miles de docentes. Con base en las acciones de 2011 el equipo de reforma elaboró una segunda propuesta, que es el currículo que oficialmente se aprobó en 2012. El diseño no fue un proceso planificado de varios años, pero sí incorporó una interacción y participación de varios protagonistas educativos.

“Planes piloto”, además, se desarrollaron entre 2012 y 2014, aunque no tanto para generar el diseño curricular como se podría dar en otros países sino para valorar el avance de su implementación y ajustar las acciones. Siempre había la preocupación sobre lo que estaba pasando en las aulas.

Una lección: el orden de objetivos, y su naturaleza, en la implementación de un currículo depende de muchas variables dentro de contextos locales específicos.

6. Preparación de agentes educativos para implementar el currículo

La estructura formal del ministerio era necesaria pero no suficiente. Había que tomarla en cuenta sin duda, pero había que crear un estrato intermedio entre los reformadores (*Proyecto*) y todos los docentes. Se trataba de crear una dimensión *paralela*, una base humana de docentes y agentes educativos que avanzara la implementación en todo el país. Es decir: una vanguardia de líderes que fueran la referencia y el acicate para todos los agentes educativos. O sea, implementar la reforma requería hacer ingeniería social.

6.1 Capacitaciones en dos fases

Una primera estrategia seguida fue realizar capacitaciones en dos etapas: cursos para líderes y cursos para el resto de los docentes. Los primeros cursos impartidos directamente por el *Proyecto*. Y el grupo de líderes debía capacitar al resto de los docentes.

La estrategia inicial adoptada fue brindar capacitación en dos etapas: cursos para líderes (docentes y asesores pedagógicos) y cursos para el resto de los docentes. El primer curso impartido directamente por el *Proyecto*. Luego, el grupo de líderes realizaba la capacitación de los profesores en todo el país. En la figura 7 una imagen de curso en la primera fase en el 2013.

6.2 Cursos bimodales: presenciales y en línea

Las capacitaciones en dos fases añadían otra dimensión: la “bimodalidad”, una parte presencial y otra en línea. Esto se hacía para garantizar que los líderes recién “seleccionados” pudieran replicar con éxito lo que habían aprendido hacía unas pocas semanas o meses era necesario afinar la estrategia de las dos etapas.

La parte en línea era la misma en esencia para los cursos de líderes y de todos los docentes.

Todos los materiales, guías, exámenes en línea fueron elaborados por el Proyecto.

Esto se hizo entre 2012 y 2015.

La plataforma tecnológica que se usó fue Moodle. Hacer esto en aquel momento en capacitaciones para docentes fue innovador, pero, a la vez, muy difícil, pues se trabajaba con poblaciones que ni siquiera usaban email.

Este tipo de cursos rompía con el esquema poco efectivo de “capacitaciones en cascada” usuales, con muchos niveles en una transmisión secuencial del currículo y sus elementos.

En resumen: cursos en dos etapas, bimodales y construcción progresiva de los agentes de la reforma. Lección: reinventar la estrategia y propósitos de las capacitaciones docentes en función de la implementación.



Figura 7. Sesión de docentes líderes (primera fase) de Primaria en 2013.

Fuente: www.reformamatematica.net.

6.3 Capacitaciones virtuales para docentes: MOOCs

Los cursos bimodales para docentes fueron impartidos de manera desigual en el país, pues no siempre se contaba con las mismas condiciones en las regiones. Los “líderes” fueron seleccionados por procesos *exprés* y no siempre eran o podían ser efectivamente líderes.

Había desafíos: completar la preparación de líderes o seleccionar nuevas personas para otras capacitaciones, mejorar las competencias de los líderes y especialmente poder acceder a poblaciones que no habían podido recibir capacitación.

Se acudió a la tecnología esta vez mediante el diseño de MOOCs, durante 2014 y 2016 (Ruiz, 2020b). Estos fueron los primeros MOOCs que se hicieron en Costa Rica. Aquí se usaron plataformas muy nuevas en el mundo dedicadas a esta modalidad (Moodle no era adecuado entonces). El primer año se usó la plataforma class2go, pero esta fue discontinuada por sus autores en la Universidad de Stanford; entonces se usó open edX.

Diseñar y ejecutar cursos virtuales masivos para docentes, en 2014 en un país como Costa Rica, era una apuesta muy arriesgada.

6.4 Preparación virtual de estudiantes: MOOCs

En Costa Rica existían pruebas nacionales de Bachillerato, obligatorias para que los estudiantes pudieran graduarse de la secundaria (Mena-Castillo, 2015). En 2016, el examen se haría tomando en cuenta el nuevo currículo por completo y no solo algunos pedazos como se había hecho en años previos. La amenaza era que un muy mal rendimiento estudiantil pudiera usarse en contra del currículo y obligar a cambiarlo, a retroceder en lo avanzado. Constituía políticamente un desafío decisivo.

El *Proyecto* elaboró entonces MOOCs para los estudiantes que debían realizar el examen. Esto fue extraordinario. Se pasó de cursos para docentes con 200 a 400 participantes, a cursos con cinco mil estudiantes. [Finalmente, la prueba arrojó resultados similares a los de años previos, y no pudo ser usada contra el currículo; sin ser lo único que generó ese resultado, los MOOCs contribuyeron].

6.5 Una innovación sustancial: Mini-MOOCs

La experiencia con MOOCs para estudiantes motivó la creación en el 2017 de cursos más cortos, focalizados a realizar en menos de 15 horas. Así nacieron los Mini-MOOCs (Ruiz, 2020b). El diseño obedecía también a que se constató en la aplicación de los MOOC que los usuarios requerían prepararse de una forma más específica, en temas precisos; un curso largo no era la mejor opción para ellos. Esto por supuesto implicaba un proceso cuidadoso de diseño intelectual.

Se diseñaron Mini-MOOCs también para docentes. Se constataba que con la población docente también eran útiles cursos más cortos y enfocados.

Era otro “paradigma” original que creó el equipo de reforma (Thornton *et al.*, 2023).

Un comentario general: todas estas experiencias de uso de plataformas *online* con docentes y estudiantes generaban una sensibilización o preparación de los agentes educativos en el uso de tecnologías (Coles *et al.*, 2023). Algo que sería importante años después con la pandemia provocada por la COVID.

7. El paso a la virtualidad: una decisión radical

En 2018 se congeló la financiación de los cursos presenciales para profesores. Influyeron restricciones presupuestarias en el MEP y una actividad sindical (se dio una huelga de tres meses). Las huelgas del 2018 y otra nueva en el 2019 golpearon severamente los años escolares, y las acciones posibles del Proyecto.

El equipo de la Reforma no tuvo más remedio que centrar todos sus esfuerzos en los recursos virtuales. Esto se veía favorecido por la experiencia adquirida con los cursos bimodales en Moodle, MOOC y mini-MOOC en edX.

7.1 Recursos Libres de Matemáticas

El corazón de la nueva estrategia fueron los “Recursos Libres de Matemáticas” (RLM): materiales virtuales “a prueba de huelgas”. Es decir: siempre disponibles, gratuitos, con simulación de la resolución de problemas con énfasis en contextos reales (el enfoque curricular), con tareas matemáticas colocadas en diversos grados de complejidad [por ejemplo, todas las tareas e ítems incluidos usaron un marco teórico con los indicadores y criterios incluidos en Ruiz (2018), algo que se ampliará más adelante]. En RLM todos los diversos ejes disciplinares debían participar.

Para cada tema curricular se crearon “unidades virtuales de aprendizaje” (UVA) cada una con 11 secciones web. Ver figura 9. A través de estas se podía “sustituir” la acción de aula, había explicaciones dinámicas por medio de videos, prácticas interactivas con soluciones largas, recomendaciones y videos adicionales.

Para captar el interés: se diseñaron elementos multimedia dinámicos. Por ejemplo, los videos, algo que se usaba desde los MOOCs y Mini-MOOCs, ahora no debían pasar de tres minutos de duración. Esto tenía de nuevo consecuencias poderosas en el diseño intelectual, con una estrategia que debía ofrecer los tópicos y desarrollar sus objetivos con colecciones de videos organizados conceptual y técnicamente de otra manera. La figura 8 muestra la página de inicio del sitio web de RLM enfocado en la educación diversificada.



Figura 8. Sitio web de Recursos Libres de Matemáticas. Fuente: PRM (2024).

Además, se construyeron secciones especiales para docentes, pues estos recursos podían servir a varios propósitos: que los docentes se pudieran preparar o subsanar debilidades en Matemáticas y pedagogía, y que pudieran implementar el

currículo en sus aulas con todo este apoyo. Los recursos podían servir para motivar “lecciones invertidas”, proyectos, tareas para el hogar u otro tipo de acciones. En la figura siguiente las secciones 9 a 11 son para docentes.

Circunferencia UVA

11 secciones web

Para Estudiantes

- Inicio tema
- Problema
- Solución problema
- Desarrollo tema
- Práctica
- Videos recomendados
- Recursos adicionales
- Glosario

Para docentes

- Inicio
- Elementos didácticos
- Otros recursos

1. [Inicio \(estudiantes\)](#)
2. [Problema](#)
3. [Solución](#)
4. [Desarrollo del tema](#)
5. [Prácticas](#)
6. [Videos \(adicionales recomendados\)](#)
7. [Recursos \(adicionales\)](#)
8. [Glosario](#)
9. [Inicio \(profesores\)](#)
10. [Elementos pedagógicos \(docentes\)](#)
11. [Otros recursos \(profesores\)](#)

3-min-videos

Figura 9. Sección Inicio de Unidad Virtual de Aprendizaje (UVA) “Circunferencia”. Fuente: PRM (2024e).

Se trabajó primeramente en la educación diversificada (PRM, 2024e). En 2022, los *Recursos Libres* comenzaron a ofrecerse no solo para la Educación Diversificada sino para el Segundo y Tercer Ciclo de la Educación General Básica del país, pero el proceso de elaboración no se pudo completar al suspenderse el proyecto (PRM, 2024c, 2024d, 2024e).

7.2 Preparación de estudiantes para pruebas nacionales

Si bien los Mini-MOOCs era útiles, era más importante concentrar todo a partir de los Recursos Libres de Matemáticas. Se elaboró una plataforma web especializada para apoyar a los estudiantes en su preparación de nuevas pruebas nacionales desde 2019 (<https://practicass.reformamatematica.net/>), eso sí interrelacionada con RLM.

La evolución de las pruebas nacionales en Costa Rica ha tenido un comportamiento errático desde 2018, y el estatus de estas ha cambiado mucho. El Proyecto ajustó la plataforma siguiendo los cambios nacionales (denominadas pruebas de Bachillerato, pruebas FARO, Pruebas Nacionales Estandarizadas) y finalmente todo se ajustó para pruebas en general y no solo para evaluaciones nacionales.

Entre 2021 y 2022, para preparar a los estudiantes para las pruebas nacionales, también se elaboraron materiales muy innovadores llamados “centros”, que eran videos de 30 a 50 minutos simulando sesiones de preparación para las nuevas pruebas nacionales (PRM, 2021).

“Centros” es un término que se usa en Costa Rica para reuniones de estudio entre estudiantes con o sin docentes para prepararse en una materia y especialmente orientadas a pruebas nacionales. El MEP propuso al Proyecto realizar estas sesiones de casi 60 minutos que serían transmitidas en las plataformas por internet del MEP (*Ms Teams*) a miles de estudiantes. Este era un desafío tremendo. ¿Cómo lograr la

atención en tanto tiempo? Precisamente en los Recursos Libres de Matemáticas se pasó a videos de 3 minutos para concentrar la atención. Era ir en otra dirección. Entonces para usar los espacios brindados se construyó una estrategia con diseño original. Incluía varios segmentos, una narrativa dialógica y dinámica, presentación de problemas, ejemplos, simulaciones, y muchos elementos multimediales y de transmisión de contenidos. Los videos largos fueron vistos sincrónicamente por varios miles de estudiantes de secundaria, y también luego de forma asincrónica en el canal YouTube principal del Proyecto (<https://www.youtube.com/@reformamatematica>). En otro momento los videos, con adaptaciones, fueron transmitidos en la televisión nacional. Todo estaba imbricado con RLM.

7.3 Un Blog

Un *Blog Reforma Matemática* (PRM, 2024a) completaba la nueva estrategia apuntalando una comunidad virtual de docentes y universitarios.

Este blog sin embargo es un medio de comunicación de los reformadores para expresar con independencia ideas o propuestas sobre la reforma matemática o sobre la educación matemática en general. En la figura 10 se ve el encabezado de página de inicio del Blog.



Figura 10. Encabezado del Blog Reforma Matemática. Fuente: PRM (2024a).

Los artículos del Blog son notificados a una población educativa de más de 3000 personas.

8. Una propuesta diferida de evaluación

MEP (2012) no incluyó de una manera relevante la evaluación en congruencia con los objetos curriculares planteados. Esta fue una decisión política del equipo redactor pues en ese momento no había consenso con las entidades del MEP encargadas de la evaluación de los aprendizajes. Presionar por incluir una propuesta en ese sentido habría amenazado la aprobación del nuevo currículo por las autoridades educativas superiores. Para el equipo redactor, este tema quedó entonces como una deuda (Ruiz, 2013). Había que encontrar una coyuntura apropiada para avanzar una propuesta.

La oportunidad emergió cuando en el diseño de pruebas nacionales, donde el PRM asesoraba al MEP, se requería un nivel de precisión mayor en la conceptualización de los niveles de complejidad y en el diseño-valoración de tareas matemáticas donde hay capacidades cognitivas superiores.

Así, en 2017 se ofreció una propuesta para el diseño y valoración de tareas matemáticas, mediante un nuevo marco teórico. Ruiz (2018) formalizó la propuesta sobre la evaluación: estableció dos modelos con 61 (modelo completo) y respectivamente 30 (modelo reducido) indicadores precisos para medir la intervención de los procesos *mediante tres grados posibles*. La figura siguiente ilustra.

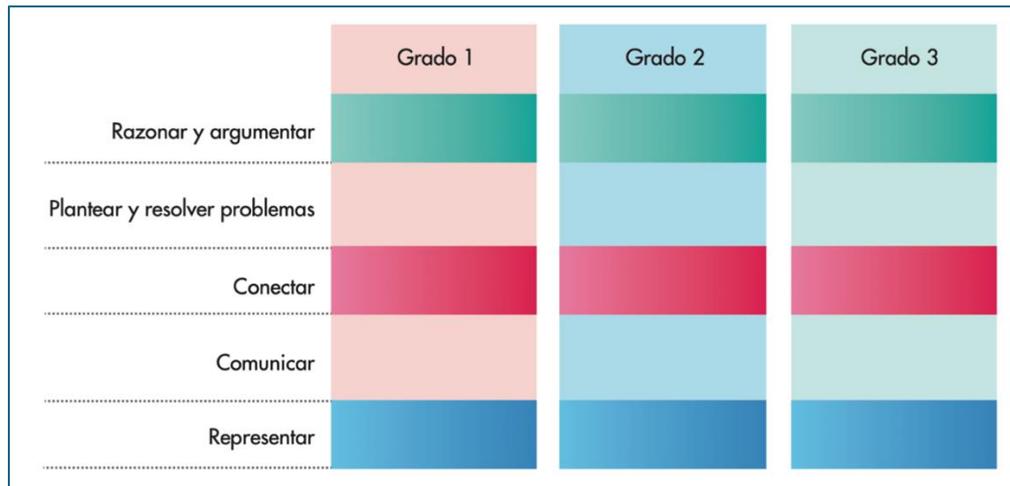


Figura 11. Procesos en tres grados. Fuente: Ruiz (2018).

Para cada proceso se crearon indicadores divididos en grados de acuerdo con su demanda cognitiva. En la tabla siguiente, véanse los indicadores en “Razonar y argumentar” dentro del modelo reducido. Se pueden apreciar las diferencias de demanda cognitiva de cada grado.

Grado 1	Grado 2	Grado 3
<p>RA1.3 Responder a preguntas donde está presente de forma explícita toda la información necesaria para encontrar la solución (preguntas directas como ¿cuántos? ¿cuánto es?).</p> <p>RA1.4 Efectuar razonamientos directos o realizar interpretaciones que se extraen literalmente de los resultados en la aplicación de un procedimiento.</p>	<p>RA2.1 Identificar información matemática que no está dada de manera explícita en una situación matemática o de contexto.</p> <p>RA2.2 Responder a preguntas donde la respuesta no es directa y amerita mayor argumentación (por ejemplo: ¿cómo hallamos? ¿qué tratamiento matemático damos? ¿qué puede o no puede pasar y por qué? ¿qué sabemos? ¿qué queremos obtener?).</p>	<p>RA3.1 Realizar argumentos matemáticos para resolver problemas o describir situaciones (matemáticas o de contexto real) no estudiados y complejos.</p> <p>RA3.4 Realizar razonamientos matemáticos donde se muestra que se comprende la amplitud y los límites de los objetos matemáticos usados y de los procedimientos desarrollados.</p>

Tabla 1: Indicadores del proceso “Razonar y argumentar” en el modelo reducido. Fuente: Ruiz (2018).

Para cada proceso hay 6 indicadores agrupados en grados. Una tarea matemática invoca entonces una “Estructura de intervención de los procesos”: es decir, proceso por proceso se valora el grado en que interviene en una tarea matemática, y la conjunción de lo que sucede con los cinco procesos da la “Estructura” para esa tarea. Con base en esa “Estructura de intervención de procesos”, se establecen “criterios” para determinar si esa tarea es de nivel reproducción, comunicación, o reflexión. Todos los detalles y fundamentos del marco teórico se pueden ver en Ruiz (2018).

Este marco teórico es una contribución original al tema de diseño/evaluación de tareas con capacidades cognitivas superiores. Estas construcciones intelectuales fundamentaron asesorías/capacitaciones del equipo de reforma para las oficinas del MEP encargadas de las pruebas nacionales y diseño curricular (2016-2018).

Lecciones:

- Por un lado, que la calibración del momento político es asunto clave para el diseño y la implementación curricular (no siempre es posible incluir en un solo momento todo lo que en teoría se requeriría)
- Por otra parte, que en este tipo de procesos los reformadores no deben tener temor a construir andamiajes teóricos de alta calidad y valor internacional para apoyar el proceso de una reforma nacional.

Dos asuntos asociados a la *Perspectiva de la praxis*.

9. Los libros de texto para la Reforma Matemática

Aquí vamos a desarrollar una discusión que puede ser de gran utilidad para la comunidad internacional. ¿Son los libros de texto siempre *factibles* en la implementación de una reforma curricular?

Una colección de libros de texto basados en el nuevo currículo habría sido útil para apoyar la preparación y la práctica docente y orientar la implementación curricular, especialmente para los docentes de primaria que necesitan enseñar varias materias y normalmente no tienen el tiempo, la experiencia y los recursos para llevar a cabo todas las demandas multidisciplinares de la acción en el aula.

Los libros de texto en Costa Rica son producidos y publicados por editoriales o entidades privadas con fines de lucro. Los libros no requieren revisión oficial y autorización del MEP. Todo depende del mercado. Ruiz (2013) afirma que las editoriales tienen redes de promoción y venta que muchas veces incluyen a funcionarios de las oficinas administrativas del MEP o de los centros educativos (pero no necesariamente personas que conozcan muy bien el currículo). Normalmente, cuando se aprueba un nuevo currículo, las editoriales ofrecen nuevas ediciones que, independientemente de su correspondencia con el currículo, se publicitan como si esa correlación existiera.

Como en décadas anteriores los ajustes curriculares eran esencialmente pequeños cambios o reordenamientos de contenidos (Ruiz, 2018), estas editoriales en su mayoría no incluyeron perspectivas clave del nuevo currículo, sin embargo, vendieron varias colecciones de sus libros sin esta congruencia esencial con el currículo. Por ejemplo, algunos no introdujeron todas las “habilidades específicas”, había varios errores de conceptos matemáticos, y no mostraban una conexión adecuada con capacidades de orden superior, niveles de complejidad, contextos reales, el uso de tecnología y otras características importantes del currículo oficial. Para promover su venta, varias entidades incluyeron “planeamientos” de acción en el aula de acuerdo con los requisitos formales establecidos por el MEP. Muchos docentes compraron o promocionaron estos libros.

En consecuencia, desde 2012 han existido en este país libros de texto que no sólo no ayudan a la implementación efectiva del currículo, sino que además han distorsionado las estrategias adecuadas para la acción en el aula.

¿Puede esto ser controlado por las autoridades educativas? No. El MEP no cuenta con un sistema adecuado de supervisión de la acción en el aula, lo que convierte a las aulas en una “caja negra” en la que no se sabe exactamente qué está pasando. En general, todo depende de lo que el docente haga en sus aulas, de lo que esté dispuesto o pueda hacer.

Esta situación no es excepcional en el mundo. Los libros de texto han sido reconocidos como insumos importantes para el aprendizaje, para el diseño de la acción en el aula, para estandarizar los contenidos y actividades que se desarrollan a lo largo de un país-región y como un “mediador” para la implementación de la reforma curricular (Rezat *et al.*, 2021; Lozano *et al.*, 2018). “En general, incluso asumiendo las diferencias, los libros de texto siguen siendo un recurso principal para implementar cambios curriculares” (Coles *et al.*, 2023, p. 305). Pero como indica Coles *et al.* (2023): “los libros pueden no reflejar la reforma” (p. 304). ¿Por qué? porque la calidad y la coherencia de los libros de texto son relevantes, especialmente “una alineación o ‘coherencia’ con el currículo oficial” (Gueudet *et al.*, 2013, p. 2). Precisamente, el *Estudio ICMI 24* enuncia una “Ley de alineación”, es decir: “Para la implementación más adecuada de una reforma curricular debe haber alineación de todos los medios educativos con los esfuerzos reformadores” (Ruiz, 2023b, p. 326). Y esto último no ha sucedido en Costa Rica en relación con los textos (y otros medios).

El PRM era consciente de que un “buen” libro de texto habría tenido un impacto positivo en la reforma matemática, mientras que un libro de texto “malo” provocaría exactamente lo contrario. Coles *et al.* (2023) afirman que “cuanto menor sea el nivel de desarrollo de la formación continua y de los recursos de apoyo para los docentes, mayor será la influencia del libro de texto en las prácticas docentes y, por tanto, mayor será el riesgo de fracaso de la reforma curricular si los libros de texto no están alineados con ella” (p. 305). En un escenario de factores educativos vulnerables y de baja calidad como el costarricense, este era un tema muy importante.

¿Podría el equipo de reforma haber asumido la elaboración de los libros de texto una vez concluida la tarea de diseño curricular? No. Para el proceso de implementación, existía el desafío de preparar a los agentes educativos en los ejes temáticos y objetivos del nuevo currículo; y esto implicó el desarrollo de diversos cursos y múltiples acciones de asesoría pedagógica. Todo esto debía desarrollarse en los tiempos y los tiempos determinados por los escenarios políticos. Elaborar, por ejemplo, “complejos didácticos” (libros del estudiante, guías del docente y otros materiales complementarios) representaba un trabajo de gran dedicación. Había que hacer una escogencia con base en circunstancias y recursos humanos y materiales. En lugar de libros de texto se siguió el camino de diseñar múltiples materiales digitales y virtuales, capacitaciones y asesorías especiales. Esto constituye una lección importante para los reformadores.

10. El impacto de los recursos del Proyecto Reforma Matemática

Los recursos que diseñó el PRM han sido reconocidos como un ejemplo a seguir por instituciones importantes de la educación en Costa Rica (CONARE-PEN, 2021, 2023).

10.1 Las acciones y recursos

Las acciones y recursos que diseñó el PRM desde 2010 se pueden condensar en la tabla siguiente. Es notable la oferta de materiales educativos (documentos de apoyo, cursos, materiales virtuales, ...) para la implementación.

Categoría principal	Acción o recurso	Periodo	Observaciones
DOCUMENTOS Elaboración	Diseño de currículo	2010-2012	Primera versión entregada en agosto 2011. Incluye indicaciones puntuales y muchas sugerencias pedagógicas. Aprobada segunda versión en mayo 2022. Disponible siempre en sitio web.
	Programas de transición	2012-2016	Cada año un programa específico adaptado a la implementación gradual.
	Planes piloto	2012-2014	Con docentes de primaria o secundaria en varias partes del país, para valorar implementación curricular.
	Documentos de apoyo	2013	Documentos digitales en sitio web. Con ejemplos desarrollados con todos los objetos y enfoques curriculares.
	Documentos integración habilidades	2014	Documentos digitales en sitio web. Toda la malla curricular posee sugerencias de horas lectivas a invertir y ejemplos de integración de habilidades.
ASESORÍAS	Asesoría a oficinas centrales de diseño de pruebas nacionales	2014-2022	Sesiones de coordinación y preparación de profesionales encargados de diseñar pruebas nacionales. Se dieron reuniones especializadas, seminarios y talleres e incluso construcción de ítems.
CURSOS	Cursos bimodales en dos fases	2012-2017	Cursos presenciales y online usando Moodle. Entre 2012 y 2015 fueron de alcance nacional, en 2017 se hicieron en dos regiones. Los documentos base disponibles en sitio web.
	Cursos presenciales	2014-2015	Cursos presenciales. Para docentes de Primaria y Secundaria enfocados en la integración de habilidades.
	MOOCs docentes/estudiantes	2014-2018	Cursos virtuales en sitio web. Desde la segunda mitad de 2014 y hasta 2016 con docentes; desde 2016 y hasta 2018 para estudiantes también.
	Mini-MOOCs docentes/estudiantes	2017-2020	Cursos virtuales en sitio web. Se impartieron de manera intermitente a estudiantes y docentes.
RECURSOS VIRTUALES	Recursos Libres de Matemáticas	2019-2024	Materiales interactivos en sitio web. Se comienzan a elaborar en 2018 y se publican progresivamente desde 2019. Desde 2022 solo se da mantenimiento.
	Prácticas para pruebas nacionales	2019-2024	Materiales interactivos en sitio web. Se hicieron dos sitios web, uno para las pruebas de bachillerato anteriores, otras para nuevas pruebas FARO, y luego al dejar el país FARO para las pruebas que diseñara el MEP, y para la acción de aula. Desde 2022 solo se da mantenimiento.
	Centros	2021-2022	Curso en plataforma web y TV. En 2021 se ejecutaron usando la plataforma <i>Teams</i> , en el 2022 en la TV nacional estatal. Todos disponibles en canal YouTube del PRM.
	Blog Reforma Matemática	2019-2024	Sitio web con artículos cortos de profesionales y docentes.

Tabla 2. Resumen de acciones y recursos del PRM. Fuente: Ruiz (2013, 2018, 2020a, 2020b, 2021).

Las grandes categorías de la acción reformadora: elaboración documental, diseño y ejecución de cursos múltiples, asesoría a oficinas diversas con énfasis en las que elaboran pruebas nacionales, recursos virtuales. Los planes piloto no solo fueron documentos, hubo coordinación/capacitación de docentes y observación de labor de aula.

En la tabla anterior, mediante el sombreado naranja se resaltan acciones-materiales que tuvieron dimensiones *online* y/o virtuales, en amarillo las exclusivamente virtuales. No sobra mencionar que el PRM creó y administra varias redes sociales en Facebook además de YouTube.

10.1 La naturaleza de los Recursos Libres de Matemáticas

Entre 2012 y 2018, el PRM proporcionó un texto curricular oficial (versión final), cursos, experiencias de formación, asesoramiento y creó “recursos” en el sentido del “Enfoque documental de la didáctica” (Trouche *et al.*, 2020). Desde 2019, ha ofrecido únicamente recursos virtuales. RLM y todos estos materiales digitales generados por PRM son “Recursos Educativos Abiertos” REA (OCDE, 2007); y más precisamente RLM se definen como “Recursos Curriculares Digitales” (Pepin *et al.*, 2017; Remillard, 2019; Trouche *et al.*, 2020). Desde finales de 2018, RLM ha sido la base de todas las acciones y otros recursos web (plataformas web de prácticas de prueba, “Centros” a través de *MS Teams* y TV, canales de video de YouTube, redes sociales, blog).

¿Podría decirse que los RLM son una versión de los libros de texto en formato virtual? Por una parte, incluyen todos los temas del currículo oficial y proponen prácticas para los usuarios, sugerencias y otros objetos que, colocados en un libro impreso o digital, podrían verse como una colección de libros de texto. Sin embargo, tienen otras características que los diferencian de los libros de texto. Una de las principales es que casi todas las explicaciones sobre los contenidos se dan a través de videos. Es un entorno virtual que permite una fuerte experiencia interactiva, aunque solo con una plataforma cuidadosamente configurada por el equipo de reforma. Si bien es posible en un libro de texto intentar simular una lección (por ejemplo, siguiendo el modelo de los cuatro pasos), de alguna manera se requiere una acción docente. El entorno virtual, por supuesto, no es necesariamente más “rico pedagógicamente” que lo que podría ser una clase presencial, pero la simulación virtual trasciende las posibilidades de un solo libro de texto. Se podría decir que los RLM son como una fusión de un libro de texto para el alumno, un cuaderno de prácticas y una guía para el profesor, todo ello en formato web abierto, con un fuerte uso de videos dinámicos muy breves. Al mismo tiempo, por su naturaleza digital, los RLM son un recurso vivo que puede actualizarse “indefinidamente” (por supuesto, algunos libros de texto pueden tener este carácter, Gueudet *et al.*, 2013, pág. 9).

Aunque los RLM son “Recursos Curriculares Digitales”, no son, por ejemplo, semejantes a algunas plataformas digitales europeas como las descritas por Gueudet *et al.* (2021): Wikiwijs (Países Bajos), BAREM (Francia), Meebook (Dinamarca). Estos últimos recursos requieren una cuenta, su uso depende de la configuración del país (diferentes características según el país), son de pago o financiados por entidades, con posibilidad de subida de materiales por parte de los usuarios (profesores) y cierta posible conexión entre ellos, se centran esencialmente en la planificación de clases por parte del profesor, o en el apoyo -de alguna manera guiado- para una “génesis de documentación”. RLM apoya la construcción de “documentación” por parte de los profesores, pero sólo a través de observaciones, sugerencias y ejemplos, y su foco está principalmente en los estudiantes. RLM no son obligatorios de ninguna manera.

RLM son un concepto original novedoso que integra varias tecnologías y propósitos educativos enfocados en la implementación curricular.

10.2 Evaluación del impacto de los recursos entre 2012 y 2024

Indiscutiblemente, la reforma de Costa Rica muestra un uso intenso de tecnologías en la implementación curricular, especialmente de la comunicación (Ruiz y Poveda, 2021). No solamente se ha tratado de la utilización de medios existentes en la comunidad internacional, sino de innovaciones de vanguardia, y usos originales en el contexto local. Esto se reseña, por ejemplo, en el *Handbook of Mathematics Teacher Education* [Vol. 2: Technological tools and Technological Mediation in Mathematics Teacher Education] (Ruiz, 2020a). Esto es interesante pues revela que, en países en desarrollo, es posible este tipo de contribuciones de vanguardia.

Pero ¿cuánto han influido estos recursos en la educación nacional?

El impacto de la RLM en la población educativa costarricense no ha sido investigado sistemáticamente. Ni en el uso por los docentes, ni tampoco en el uso o el rendimiento de los estudiantes [que es lo que plantea Rezat. *et al.* (2021), quienes reconocen que así sucede en la investigación internacional].

Al mismo tiempo, se sabe poco sobre cómo se utilizaron en la acción educativa los documentos digitales de 2013 (PMR, 2013) y 2014 (PMR, 2014a, 2014b), o los documentos utilizados durante los cursos bimodales (2012-2017). Sin embargo, el MEP impartió cursos bimodales de forma obligatoria a casi todos los profesores de secundaria y a alrededor del 50% de los profesores de primaria. Esto indicaría que al menos un número significativo de profesores estuvo en contacto con ellos durante ese período.

Los MOOC y Mini-MOOC entre 2014 y 2018 contaron con una participación de alrededor de 2000 profesores (la promoción fue superior al 50%) y 5000 estudiantes de secundaria (MEP, 2018).

Los “centros” tuvieron una audiencia de tres a cuatro mil estudiantes de secundaria conectados (2021-2022).

Los reportes informales muestran que los RLM y otros recursos, aunque no era su población meta, han sido utilizados mayoritariamente por instituciones privadas, algo “natural” porque cuentan con mejores condiciones educativas para aprovecharlos.

11. Sobre los agentes educativos

Esta reforma permite mirar algunos actores educativos que pueden jugar un papel positivo tanto en el diseño como en la implementación curricular.

11.1 Universidades

El equipo redactor anticipaba que al eliminar pedazos de Matemáticas tradicionalmente incorporados en currículos previos (*v.gr.* funciones trigonométricas) o incluir con fuerza nuevos tópicos (*v.gr.* estadística y probabilidad), generaría reacciones negativas de algunos matemáticos o docentes con perspectivas distintas. También resultaba previsible la reacción negativa de los sindicatos de docentes. Pero el equipo redactor no anticipó una oposición (incluso hostilidad) en el periodo 2011-2012 de la mayoría de las universidades públicas formadoras de docentes de Matemáticas, que obligó a un debate que nunca se había experimentado en la Educación Matemática de este país (Ruiz, 2013, 2020b). La Escuela de Matemática

de la Universidad de Costa Rica (la principal universidad de América Central) fue la única que apoyó la primera versión propuesta de currículo (en la segunda mitad de 2011) aunque aportando importantes sugerencias. El debate permitió ofrecer una segunda versión mejor; la mayoría de las sugerencias pertinentes fueron incorporadas por el equipo redactor (Barrantes-Campos, *et al.*, 2012).

Con el pasar del tiempo, la situación se ha transformado profundamente: todas las universidades públicas, en mayor o menor grado, han asumido el currículo oficial de 2012. La Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional y la Universidad Estatal a Distancia han ajustado sus programas de formación de profesores de Matemáticas produciendo profesionales muy capacitados llamados a liderar la implementación curricular. En estas tres instituciones se han desarrollado diversas tesis e investigaciones usando el currículo. Las universidades privadas formadoras de docentes también han asumido el currículo, solo que en ese país hay mucha desinformación sobre los detalles de la acción interna de este tipo de instituciones.

Más allá de los comportamientos coyunturales de las universidades públicas desde 2011: durante muchos años esas instituciones apoyaron proyectos y actividades de los investigadores que formaron parte del equipo de reforma. Estas universidades no podían anticipar que aquel apoyo encontraría una coyuntura política que daría a estos universitarios una influencia notable en la enseñanza de las matemáticas del país. A veces en nuestra región se subvalora el papel de las investigaciones fundamentales de las universidades. Y aquí tenemos, sin restar méritos a los individuos que elaboraron este currículo, un ejemplo de una fuerte contribución institucional a la sociedad.

11.2 Los funcionarios de alto nivel (oficinas centrales)

En las oficinas centrales ocurrió un proceso que debe ser señalado. La mayoría de los funcionarios en las oficinas centrales del MEP adoptaron el nuevo currículo y buscaron la forma de redefinir sus tareas y objetivos. No obstante, otros vieron “con recelo” un currículo que ellos no elaboraron, y que los obligaba a reaprender y desarrollar sus trabajos de una manera distinta. Durante años, hubo una conducta de no apoyo o incluso boicot dentro de algunas de estas oficinas. Un ejemplo, cuando en 2014 cambió el gobierno de Costa Rica, y un nuevo partido político asumió, varios de estos funcionarios de alto rango estaban seguros de convencer a la nueva ministra de eliminar el soporte al equipo de reforma y volver a hacia atrás en el currículo. No lo lograron. La nueva ministra de educación 2014-2018 (Sonia Marta Mora) apoyó con mucha fuerza el currículo y al Proyecto.

11.3 Los funcionarios de nivel medio (oficinas regionales)

El agente educativo que resultó crucial en la reforma fueron los asesores pedagógicos en las 27 regiones educativas establecidas por el MEP. Ellos participaron en los diversos procesos de capacitación, y se convirtieron en los principales líderes de la implementación curricular en sus regiones (Poveda & Morales, 2015). Es interesante que estas tareas de liderazgo académico no estaban dentro de las funciones formales de estos funcionarios. Las realizaron por motivación personal con esta reforma; en particular por el liderazgo que ejercía el PRM.

Debe indicarse que no en todas las regiones fue posible contar con asesores pedagógicos comprometidos y entusiastas con los propósitos de la reforma. En ciertas regiones, fue complicado motivar la “creación” de docente líderes. Esto generó un desarrollo desigual de la implementación en el país. Y, por ejemplo, docentes en

regiones que tuvieron esas debilidades han desarrollado percepciones no positivas de la reforma.

En este proceso se logró con asesores pedagógicos regionales y sus docentes líderes fue construir una vanguardia en una buena parte del país, que ha permitido avanzar la reforma durante varios años.

11.4 La base humana más amplia de la reforma matemática

De manera más amplia: la base humana fundamental que impulsó la reforma matemática en el país estuvo compuesta por los especialistas del PRM, muchos asesores pedagógicos y docentes líderes en las regiones, algunos asesores nacionales, todo con el apoyo de las autoridades educativas y políticas superiores. El propósito inicial de ingeniería social para construir un liderazgo reformador, en el que jugó un papel central inicial la capacitación en dos fases, generó esta base. *A priori*, en 2012, los reformadores no podían anticipar como sería este grupo.

Lección: una reforma requiere una base humana, por eso se invoca la ingeniería social cuya amplitud y profundidad depende del contexto, pero no es posible anticipar su composición, la que además puede evolucionar. Es relevante identificar aliados y opositores, y establecer las estrategias apropiadas para ellos. En reformas de largo plazo hay mucha incertidumbre y factores humanos imposibles de predecir. Pero saber lo que ha pasado en otros países puede ser de mucha utilidad.

Conclusión

¿Qué sucederá con esta reforma? Entre 2012 y 2018 esta avanzó bastante, calando en múltiples agentes educativos (estudiantes, docentes, asesores pedagógicos), impactando los programas universitarios de formación de profesores, y claramente se había asentado en el espectro educativo nacional (MEP, 2018). Estos resultados se desarrollaron de manera desigual en las regiones debido a diversos factores institucionales, individuales y especialmente de las condiciones generales del país. El balance en el 2018 era muy positivo, aunque aún quedaba mucho para consolidar esta reforma. Pero, como decía Heráclito, todo cambia. Y a veces muy rápidamente. En el 2018, Costa Rica comenzó una crisis educativa. Esta empezó con la paralización de lecciones durante los años 2018 y 2019 por acciones de los sindicatos de educadores ante políticas del gobierno (Ruiz, 2020b). Hubo retrocesos escolares en la educación pública (adonde asiste más del 90% de estudiantes) que fueron imposibles de compensar. Y de pronto, en marzo del 2020, algo más impredecible, se desencadenó la pandemia del COVID. Durante 2020-2022 se golpeó a todo el sistema educativo, especialmente el público. A este periodo de cuatro años se le ha llamado de “apagón educativo” (CONARE-PEN, 2023; Román, 2024), el cual generó una pérdida importante de la escolaridad media. Desde el 2022 una nueva administración política nacional no solo no ha logrado recuperar la dramática situación general de la educación, sino que con acciones desafortunadas ha añadido grandes niveles de incertidumbre. El “apagón” se ha mantenido y se han oscurecido aún más las perspectivas para salir de este.

¿En las Matemáticas? Se ha abierto un escenario complejo con amenazas para el currículo aprobado en 2012, pues hay tendencias a debilitar las demandas educativas que implica un currículo congruente con las mejores prácticas internacionales. Al mismo tiempo muchos de los agentes educativos que fueron sensibilizados por la reforma, están en inminente proceso de jubilación. No obstante, la mayoría de las universidades públicas y otras entidades nacionales sostienen la

conveniencia y continuidad de este currículo (CONARE-PEN, 2021, 2023). Pesa a favor de este currículo que los elementos curriculares que le definen son en esencia referencias aceptadas en los países con sistemas educativos más avanzados; la comunidad internacional de Educación Matemática valora positivamente el currículo costarricense (Ruiz, 2020b; Thornton *et al.*, 2023; Coles *et al.*, 2023). [El currículo es congruente en muchas dimensiones con el marco teórico de las Pruebas PISA de OECD y Costa Rica participa en esta organización y esas pruebas]. No sería tan fácil generar un currículo alternativo muy diferente del vigente.

¿Qué sucederá con el Proyecto Reforma Matemática? Hasta el 2018, la combinación de cursos presenciales, asesorías directas, junto con los recursos curriculares generaba una sinergia positiva que potenciaba el impacto de estas acciones. Entre 2018 y 2022, el PRM se centró en recursos virtuales, donde su éxito dependía sustancialmente de la voluntad de los agentes educativos. Un informe de implementación para las autoridades del MEP resume el avance de las acciones del proyecto hasta 2021 (PRM, 2021). A pesar de contar con apoyo político, la influencia del PRM disminuyó en ese periodo (aunque la virtualización de las acciones del PRM fue exitoso para el MEP en los tiempos de la pandemia). Desde setiembre de 2022, el funcionamiento del PRM se dismanteló cuando el MEP retiró a los docentes en servicio del Proyecto (regresaron a sus instituciones de secundaria). Lo que queda activo son las plataformas donde se albergan todos los recursos, y la acción de algunos de sus integrantes para preservar este legado. No está excluido, sin embargo, que en los siguientes años este legado pueda ser retomado por otros profesionales o instituciones para seguir avanzando en lo que quizá sea la reforma matemática más ambiciosa en las Américas.

Una de las características excepcionales de esta reforma es lo que se podría juzgar como el paso “de la teoría a la práctica”. Un pequeño grupo humano pasó de tener en el 2010 un radio de influencia relativamente reducido en sus universidades, a impactar la vida y destino durante años en todas las Matemáticas escolares de un país. Estos investigadores en Educación Matemática, junto con los docentes en servicio y otros profesionales incorporados en el PRM, asumieron una causa y una misión, con potentes compromisos personales. La dedicación, inteligencia y liderazgo de este grupo fueron cruciales para los logros de esta reforma. Las ideas que acuñaron durante muchos años de investigación teórica fundamentaron que, en pocos meses, este equipo diseñara un currículo con los mejores estándares internacionales, y, posteriormente, que se dirigiera una implementación de este con características sobresalientes e innovadoras durante una década.

Cabe adicionar que, bajo el liderazgo de A. Ruiz, este equipo ha sido factor decisivo en la Educación Matemática más allá de Costa Rica, al servir, desde 2012, como base para las acciones principales del *Comité Interamericano de Educación Matemática* (<https://ciaem-iacme.org/>) y la *Red de Educación Matemática de América Central y El Caribe* (fundada en 2012 en Costa Rica, <https://redumate.org/>).

La construcción y permanencia en el tiempo de un equipo humano como este es una tarea prácticamente imposible de replicar.

Esta experiencia en América Central (2010-2024) ofrece elementos para docentes e investigadores en diversas áreas de la Educación Matemática, pero sobre todo insumos para quienes tienen o vayan a tener responsabilidades en el diseño e implementación curricular en las matemáticas escolares.

Referencias bibliográficas

- Artigue, M. (2018). Implementing curricular reforms: a systemic challenge. En Y. Shimizu & R. Vithal (Eds), *School Mathematics Curriculum Reforms: Challenges, Changes and Opportunities: Proceedings of ICMI Study 24 Conference* (pp. 43-52). Tsukuba, Japan: ICMI.
- Barrantes Campos, H., Chaves Esquivel, E., De Faria Campos, E., González Ortega, M., Hernández Solís, L., Oviedo Arce, D., Poveda Vásquez, R., Ruiz, A. y Salas Huertas, O. (2012). Incorporación de recomendaciones a la propuesta de nuevos programas de estudio en matemáticas. [Documento elaborado para el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica en marzo de 2012]. Costa Rica: autores. <https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2020/11/Incorporacio%CC%81n-recomendaciones-marzo-2012.pdf>
- Coles, A., Rodríguez-Muñiz, L-J., Ah Chee Mok. I., Ruiz, A., Karsenty, R., Francesca Martignone, F., Osta, I., Ferretti, F., & An Nguyen, T.T. (2023). Teachers, Resources, Assessment Practices: Role and Impact on the Curricular Implementation Process. En Y. Shimizu, R. Vithal (eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World*, New ICMI Study Series. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_15
- Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica), Programa Estado Nación [CONARE, PEN] (2021). *Octavo Informe Estado de la Educación 2021*. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/8152>
- Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica), Programa Estado Nación [CONARE, PEN] (2023). *Noveno Informe Estado de la Educación 2023*. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/8544>
- Gueudet, G. & Pepin, B. (2023). External Context-Related Research: Digital Resources as Transformers of the Mathematics Teachers' Context. A. Manizade, N. Buchholtz & K. Beswick (eds.), *The Evolution of Research on Teaching Mathematics, Mathematics Education in the Digital Era 22* https://doi.org/10.1007/978-3-031-31193-2_10
- Gueudet, G., Pepin, B. & Trouche, L. (2013). Textbooks design and digital resources. *ICMI Study 22 - Task design in mathematics education*, Oxford, United Kingdom. Pp. 327-338, 2013, *Proceedings of ICMI Study 22 Task Design in Mathematics Education*. <hal-01145640>
- Gueudet, G., Pepin, B., Courtney, S., Kock, Z-J., Misfeldt, M. & Tamborg, A.L. (2021). Digital platforms for mathematics teacher curriculum design: affordances and constraints. En A. Clark-Wilson, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, J. Trgalová & H-G. Weigand (eds.), *Mathematics Education in the Digital Age. Learning, Practice and Theory*. London, Routledge <https://doi.org/10.4324/9781003137580>
- Lozano, M., Sandoval, I. & Coles, A. (2018). Re-imagining primary mathematics: Resources supporting national reform efforts in México and England. En Y. Shimizu & R. Vithal (Eds.), *School mathematics curriculum reforms: Challenges, changes and opportunities. Proceedings of the twenty-fourth ICMI study conference* (pp. 373-380). International Commission on Mathematical Instruction.
- Mena-Castillo, P. (2015). Desarrollo en la prueba nacional de bachillerato de Matemática: una necesidad. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 13, 53-66. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/19144/19200>
- Barrantes Campos, H., Chaves Esquivel, E., De Faria Campos, E., González Ortega, M., Hernández Solís, L., Oviedo Arce, D., Poveda Vásquez, R., Ruiz, A. y Salas

- Huertas, O. (2012). Incorporación de recomendaciones a la propuesta de nuevos programas de estudio en matemáticas. [Documento elaborado para el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica en marzo de 2012]. Costa Rica: autores. <https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2020/11/Incorporacio%CC%81n-recomendaciones-marzo-2012.pdf>
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica [MEP] (2012). *Programas de estudio de Matemáticas I y II Ciclo de la Educación Primaria, III Ciclo de Educación General Básica y Educación Diversificada*. San José, Costa Rica: Autor. <https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2024/05/Programa-Matematicas-2012-completo.pdf>
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica [MEP] (2018). Programas oficiales de Matemáticas. Informe de implementación 2012-2017. <https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2019/09/Informe-MEP-Reforma-Matematica-hasta-2017.pdf>
- Niss, M. (2018). National and international curricular use of the competency-based Danish “KOM project”. En Y. Shimizu & R. Vithal (Eds.), *School Mathematics Curriculum Reforms: Challenges, Changes and Opportunities: Proceedings of ICMI Study 24* (pp. 69-76). Tsukuba, Japan: ICMI.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2007). Giving knowledge for free. The emergence of open educational resources. Paris: OECD. <https://www.oecd.org/education/ceeri/38654317.pdf>
- Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: Foundations for change. *ZDM Mathematics Education*, 49, 645–661. Doi: 10.1007/s11858-017-0879-z
- Poveda Vásquez, R. y Morales López, Y. (2015). Desafíos del Asesor Regional de Matemáticas ante la Reforma en Educación Matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Universidad de Costa Rica. Año 10, N. 13. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/19145/19204>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (2012). Programas de Matemáticas del 2005 contenidos eliminados de III Ciclo. <https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2022/09/Contenidos-eliminados-de-programas-2005-en-secundaria.pdf>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (2013). Apoyo curricular. [Colección de cuatro documentos en sitio web]. <https://www.reformamatematica.net/apoyo-curricular/>
- Proyecto Reforma Matemática (2014a). Integración de habilidades en I y II Ciclos Educativos. [Una colección de seis documentos en sitio web]. <https://www.reformamatematica.net/integracion-de-habilidades-en-i-y-ii-ciclos-educativos/>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (2014b). Integración de habilidades en III Ciclo y Educación Diversificada. [Una colección de cinco documentos en sitio web] <https://www.reformamatematica.net/integracion-de-habilidades/>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (2021). Informe general 2018-2021. [Elaborado por A. Ruiz a solicitud de la Viceministra Académica del MEP]. <https://www.reformamatematica.net/wp-content/uploads/2022/10/20210727-Informe-general-proyecto-2018-2021.pdf>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (Noviembre 30, 2024a). Blog Reforma Matemática [Blog]. Costa Rica: Autor. <https://blog.reformamatematica.net/>

- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (Noviembre 30, 2024b). *Programas de transición*. [Una colección de documentos en sitio web]. <https://www.reformamatematica.net/programas-de-transicion-2013-2017/>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (Noviembre 30, 2024c). Recursos Libres de Matemáticas. II Ciclo. [Sitio web] <https://recursoslibres2ciclo.reformamatematica.net/>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (Noviembre 30, 2024d). Recursos Libres de Matemáticas, III Ciclo. [Sitio web]. <https://recursoslibres3ciclo.reformamatematica.net/>
- Proyecto Reforma Matemática [PRM] (Noviembre 30, 2024e). Recursos Libres de Matemáticas. Educación Diversificada. [Sitio web]. <https://recursoslibres4ciclo.reformamatematica.net/>
- Remillard, J.T. (2019). Teachers' Use of Mathematics Resources: A Look Across Cultural Boundaries. En: L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin. (eds) *The 'Resource' Approach to Mathematics Education. Advances in Mathematics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20393-1_8
- Rezat, S., Fan, L. & Pepin, B. Mathematics textbooks and curriculum resources as instruments for change. (2021). *ZDM Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01309-3>
- Roman, I. (12 de Abril, 2024). Educational Blackout in Costa Rica. The Challenges of a National Emergency. *ReVista: Harvard Review of Latin America*. <https://revista.drclas.harvard.edu/educational-blackout-in-costa-rica-the-challenges-of-a-national-emergency/>
- Ruiz, A. (1987). Fundamentos para una nueva actitud en la enseñanza moderna de las Matemáticas Elementales. *Boletín de la Sociedade paranaense de matemática*. Vol. VIII(1), Curitiba, Brasil.
- Ruiz, A. (2000). *El desafío de las Matemáticas*. Heredia, Costa Rica: EUNA.
- Ruiz, A. (2003). *Historia y filosofía de las Matemáticas*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Ruiz, A. (2011). La lección a través de estudios comparativos internacionales con videos. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, No. 8, Costa Rica. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6950/6636>
- Ruiz, A. (2013). Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica. Perspectiva de la praxis. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, Número especial, Costa Rica. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/issue/view/1186>
- Ruiz, A. (2018). *Evaluación y pruebas nacionales para un currículo de Matemáticas que enfatiza capacidades superiores*. México: Comité Interamericano de Educación Matemática. <https://www.angelruizz.com/wp-content/uploads/2019/02/Angel-Ruiz-Evaluacion-y-pruebas-2018.pdf>
- Ruiz, A. (2020a). Technology as a Curricular Instrument, in S. Llinares & O. Chapman (eds.), *Handbook of Mathematics Teacher Education* Vol. 2: Technological tools and Technological Mediation in mathematics Teacher Education. Second Edition, Leiden: Koninklijke Brill NV. DOI: https://doi.org/10.1163/9789004418967_005
- Ruiz, A. (2020b). Reforma Matemática en tiempos de crisis nacional: fortalezas, debilidades, amenazas, oportunidades. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 19, 9-53. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/45218/45173>

- Ruiz, A. (2023a). New Math in Latin America (and a Glimpse at Costa Rica). En D. De Bock (Ed.), *Modern mathematics. An International Movement?* Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11166-2_19
- Ruiz, A. (2023b). Conclusion 'Laws' of Curriculum Implementation and the Future in Which We Are Living. En Y. Shimizu & R. Vithal (eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World*, New ICMI Study Series. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_15
- Ruiz, A. & Poveda-Vásquez, R. (2021). Reforma Matemática Costa Rica: recursos para una época imprevisible. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 20, 54-76. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/48475/48252>
- Ruiz, A, Niss, M., Artigue, M., Vao. Y. & Reston, E. (2023). A First Exploration to Understand mathematics Curricula. Implementation: Results, Limitations and Successes. In Y. Shimizu & R. Vithal (eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World*, New ICMI Study Series, https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_15.
- Shimizu, Y. & Vithal, R. (eds.). (2023). *Mathematics Curriculum Reforms Around the World*, New ICMI Study Series. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_15
- Thornton, S., Inprasitha, M., Ruiz, A., Isoda, M., Changsri, N., & Tripet, K. (2023). Towards a Model for Monitoring and Evaluating Curricula Reforms. En Y. Shimizu, R. Vithal (eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World*, New ICMI Study Series. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_15
- Trouche, L., Rocha, K., Gueudet, G. & Pepin, B. (2020). Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: the case of Anna's documentation work. *ZDM Mathematics Education*, Springer Verlag, ff10.1007/s11858-020-01164-8ff. fffhal-02647470

Angel Ruiz

ruizz.angel@gmail.com / <https://www.angelruizz.com>

<https://orcid.org/0000-0002-6481-9635>

Costa Rica