



**Banco
Interamericano de
Desarrollo**

División de Educación
(SCL/EDU)

NOTAS TÉCNICAS

IDB-TN-211

**La condición de la
educación en
matemáticas y ciencias
naturales en
América Latina y el
Caribe**

Gilbert Valverde
Emma Näslund-Hadley

Noviembre 2010

La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe

Gilbert Valverde
Emma Näslund-Hadley



Banco Interamericano de Desarrollo

2010

<http://www.iadb.org>

Las “Notas técnicas” abarcan una amplia gama de prácticas óptimas, evaluaciones de proyectos, lecciones aprendidas, estudios de caso, notas metodológicas y otros documentos de carácter técnico, que no son documentos oficiales del Banco. La información y las opiniones que se presentan en estas publicaciones son exclusivamente de los autores y no expresan ni implican el aval del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representan.

Este documento puede reproducirse libremente.

Traducción: Fanny Barquero

Autor para correspondencia: Emma Näslund-Hadley, emman@iadb.org

La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe

Gilbert Valverde
Institute for Global Education Policy Studies
University at Albany

Emma Näslund-Hadley¹
Banco Inter-Americano de Desarrollo
División de Educación

Resumen

A través de este estudio buscamos una mayor comprensión de la condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en la etapa preescolar, primaria y secundaria de los sistemas educativos en América Latina y el Caribe (ALC). La investigación sobre las oportunidades disponibles para los estudiantes en la región presenta un panorama problemático. Los jóvenes no están siendo preparados de manera apropiada para contar con las herramientas en matemáticas y ciencias naturales necesarias en una economía mundial cada vez más interconectada. Esto se debe a programas débiles, materiales de aprendizaje inadecuados y falta de destreza de los docentes en las matemáticas y ciencias naturales. Las aulas se caracterizan por la memorización de operaciones computacionales de rutina y la reproducción mecánica de los conceptos; además los docentes dan a los estudiantes información escasa o incluso errónea. Si bien los docentes tienen importantes carencias en los conocimientos básicos de en matemática y ciencias naturales, con frecuencia no logran asociar esta debilidad con los bajos niveles en los logros de sus estudiantes. En las evaluaciones internacionales del rendimiento en la educación, el desempeño de los estudiantes de la región está constantemente por debajo de los estudiantes de Asia oriental y de los países industrializados que componen la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Con base en la revisión de la literatura de métodos eficaces de enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales, así como conocimientos derivados de una serie de nuevos enfoques prometedores observados en ALC, proponemos un marco de trabajo para realizar esfuerzos futuros con el fin de mejorar la educación en las matemáticas y ciencias naturales en la región.

¹ Los autores agradecen al Gobierno de Finlandia y al Fondo para la Economía del Conocimiento del BID por el apoyo que prestaron para el desarrollo de esta reseña.

Introducción

Tradicionalmente, las habilidades y destrezas en las matemáticas y ciencias naturales en toda la región de ALC han recibido mucho menos atención que las destrezas en la alfabetización en los niveles de preescolar, primaria y secundaria. Es evidente que los gobiernos, educadores, padres de familia e investigadores se han preocupado menos por las capacidades cuantitativas y científicas de los niños y niñas que por sus destrezas de lectura. Sin embargo, en años recientes tres grupos de factores interrelacionados han comenzado a atraer la atención hacia este vacío. Primero, las pruebas internacionales estandarizadas han arrojado evidencia concreta del déficit, ya antes sospechado pero sin verificar, en el rendimiento de los estudiantes en las matemáticas y ciencias naturales.²

Segundo, los estudios indican que la fuerza laboral de la región carece de investigadores adecuados³ —tanto en términos de cantidad como de calidad—, aun cuando los gobiernos reconocen que se requieren las mejores destrezas en las matemáticas y ciencias naturales en las carreras fundamentales para la competitividad y productividad regional. Tercero, los formuladores de políticas y profesionales reconocen que la instrucción en las matemáticas y ciencias naturales no se debe enfocar solamente en los futuros científicos, sino fomentar el interés necesario en la matemática y las ciencias para asegurar que todos los estudiantes desarrollen las destrezas generales en ese campo que son importantes para cada ciudadano.

Aunque la voluntad por mejorar la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales comienza a fortalecerse en los niveles de preprimaria, primaria y secundaria, los formuladores de políticas, educadores y donantes de ALC carecen de información sobre las características de la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en la región y sobre los insumos y las prácticas pedagógicas más eficaces. Este es un vacío que se debe llenar: si no se entiende la condición de la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en la región, la oportunidad de mejorarla es muy limitada.

El propósito de esta revisión es lograr una mayor comprensión de la condición de la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en preprimaria, primaria y secundaria en la región de América Latina y el Caribe. Nuestro informe está organizado en seis secciones principales. En la primera sección, discutimos diferentes puntos de vista sobre la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales y proponemos una definición práctica del término para los fines de esta revisión. En la segunda sección, describimos brevemente

²Los países de ALC constantemente tienen un bajo desempeño en evaluaciones internacionales: aun después de controlar el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, el desempeño de los estudiantes de la región está por debajo de los estudiantes en los países de la OCDE y Asia oriental.

³ En el 2007 el número de investigadores por cada 1000 personas en la fuerza laboral de ALC fue de 1.96 (RICYT 2007), muy por debajo del promedio de la OCDE de 7.3 (OCDE 2009).

la metodología de nuestro estudio y las fuentes de información. La tercera sección contextualiza esta revisión dentro de los estudios en tendencias globales en la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales. En la cuarta sección, revisamos la evidencia de los logros actuales de ALC en la enseñanza de las matemáticas y las ciencias. Esta sección brinda una revisión y evaluación de las características macro de los sistemas de enseñanza en las matemáticas y ciencias naturales en la región, como un paso hacia el entendimiento de cómo se pueden mejorar.

La quinta sección describe y evalúa algunas iniciativas ilustrativas, medidas y rumbos de política que actualmente se están experimentando en la región, e incluye esfuerzos nacionales y subnacionales en diferentes aspectos de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias. Consideramos los obstáculos encontrados por esta variedad de iniciativas y valoramos la posibilidad de su expansión y éxito.

La sexta y última sección propone un marco de trabajo, derivada de las lecciones aprendidas y resumido en las dos secciones anteriores, que puede ser útil en crear nuevos esfuerzos que evitan los riesgos más comunes de las prácticas actuales y por lo tanto tienen el potencial de cumplir sus objetivos. El informe termina con una lista de las referencias y fuentes de información utilizadas en esta revisión, incluyendo la información sobre las iniciativas mencionadas.

I. ¿Qué es la enseñanza de las matemáticas y las ciencias naturales?

El término inglés *numeracy* (la *enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales*) es un término relativamente nuevo y difícil de traducir en algunos idiomas de la región de ALC. Lo que no es nuevo, sin embargo, es el diálogo alrededor de la importancia y el impacto en las destrezas de las matemáticas y ciencias naturales adquiridas durante la niñez temprana y la educación básica y secundaria, un diálogo que por mucho tiempo ha ocupado a los educadores y los formuladores de políticas en la región.

La frase "educación en las matemáticas y ciencias naturales" tiene varios significados que cubren una amplia gama de destrezas. Por una parte, el término es común en discusiones de alfabetización de adultos, y más frecuentemente en este caso se refiere a una serie de destrezas muy básicas en cómputo, sentido del número y otras competencias numéricas elementales, con un énfasis en procedimientos simples y rutinarios (Gravemeijer 1994). Alternativamente, hay quienes equiparan la *educación en las matemáticas y ciencias naturales* con *alfabetización matemática*, que es una frase de interés particular debido a su importancia en las evaluaciones de ámbito internacional a gran escala llevadas a cabo por el Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA)

de la OCDE.

El programa PISA define alfabetización matemática como “las capacidades de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar ideas efectivamente mientras plantean, formulan, resuelven e interpretan problemas matemáticos en una variedad de situaciones” (OCDE 2009).

Al utilizar esta definición, la alfabetización matemática denota competencias más demandantes cognitivamente en las matemáticas que la interpretación de destrezas básicas de las matemáticas y ciencias naturales antes mencionada. La definición de PISA incluye no solamente los niveles de desempeño en la matemática escolar, sino también en los contextos menos estructurados de la vida económica y social, donde los estudiantes deben confrontar situaciones novedosas e idear estrategias de resolución de problemas por sí mismos, utilizando una variedad de destrezas matemáticas (OCDE 2009).

Una definición especialmente lúcida de la *alfabetización científica* la ofrece *Benchmarks for Scientific Literacy, Proyecto 2061*: “En una cultura donde dominan la ciencia, la matemática y la tecnología, la alfabetización científica necesita conocimientos y hábitos mentales que permitan a los ciudadanos aprovechar lo que estas empresas tratan de hacer, para encontrar el sentido de cómo funciona el mundo natural y el mundo diseñado por el hombre, para pensar de forma crítica e independiente, para reconocer y sopesar explicaciones alternativas sobre los eventos y reconocer y sopesar también las ventajas y desventajas de distintas opciones de diseño, tratar de manera inteligente los problemas que involucran la evidencia, números, patrones, argumentos lógicos y las incertidumbres” (Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia 1993).

Hemos utilizado estos recursos, junto con el marco de evaluación de la Evaluación Nacional del Progreso Educativo (NAEP) en los Estados Unidos y los marcos de trabajo para “Conocimiento General Científico” y “Conocimiento General Matemático” de 1995, correspondientes al último año de escuela secundaria, del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS) (observe, por ejemplo, Johnson y otros en 2005; Linn 2001; OCDE 2006) así como el alcance del trabajo realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para esta revisión. Basándonos en estas fuentes, presentamos la siguiente definición de trabajo:

La educación en las matemáticas y ciencias naturales incluye tanto los aspectos de la enseñanza de las Matemáticas como de las Ciencias. Representa una educación que pretende desarrollar las capacidades de los estudiantes para utilizar destrezas cuantitativas, espaciales, de probabilidades, de relaciones, empíricas y de lógica experimental. Denota el conocimiento y la comprensión de

los conceptos matemáticos y científicos y los procesos de investigación (se enfoca especialmente en la evidencia y el uso de ella para corroborar afirmaciones y para diferenciar explicaciones comprobables de otro tipo de explicaciones) para llevar a cabo exitosamente tareas de decisión personal y participar en asuntos cívicos, sociales, culturales y económicos.

Utilizamos evidencias de ALC para determinar la condición actual de los esfuerzos educativos concernientes a nuestra definición.

II. Metodología

Tomamos la información de tres fuentes. Primero, intentamos identificar y recuperar los principales estudios de las matemáticas y ciencias naturales que se han realizado en la región desde preescolar hasta educación secundaria⁴, incluyendo tanto estudios publicados como los no publicados. Para identificar publicaciones pertinentes, condujimos búsquedas de temas específicos a través de diferentes motores de búsqueda como JSTOR y el Centro de Información sobre Recursos Educativos (ERIC). También revisamos las bibliografías de publicaciones recuperadas para identificar estudios de investigaciones adicionales.

Segundo, obtuvimos la información sobre proyectos de matemáticas y ciencias naturales de revisiones de documentos y entrevistas con formuladores de políticas y educadores. Inicialmente nuestro objetivo fue enfocarnos en proyectos evaluados a través de estudios experimentales o cuasi-experimentales que compararan a estudiantes expuestos a una o más intervenciones con otros en un grupo de control. Pero debido a que el número de intervenciones que cumplen con estos criterios es muy restringido, escogimos incluir otras iniciativas, medidas de políticas o enfoques de políticas prometedores que se proponen apoyar el mejoramiento de las destrezas en las matemáticas y ciencias naturales.

Tercero, analizamos bases de datos procedentes de pruebas internacionales estandarizadas, incluyendo el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE), TIMSS, y PISA, así como los resultados de los exámenes para el certificado CSEC (Certificado Caribeño de Educación Secundaria).

⁴ Existe un problema con la falta de información sobre iniciativas de las matemáticas y ciencias naturales en la educación preprimaria, pero parece que los esfuerzos regionales en este nivel resaltan tanto la lectura que casi excluyen las matemáticas y ciencias naturales.

III. Evidencia de investigación internacional

Esta sección presenta algunas de las teorías e investigaciones principales con respecto a la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales enfocada en resaltar prácticas educativas que los formuladores de políticas en ALC pueden considerar replicar.

Docentes y enfoques pedagógicos

Un creciente conjunto de evidencia internacional apoya la afirmación, a menudo cuestionada en el pasado, de que el aprendizaje de calidad ocurre al menos en parte como un resultado de la enseñanza de calidad (véase, por ejemplo, Schmidt y otros 2001; Schneider 1985; Slavin 1994). Muchas investigaciones han buscado explicar el impacto de diversos factores relacionados con los docentes, incluyendo años de experiencia, formación académica, incentivos monetarios y no monetarios, capacitación en servicio y prácticas de clase. Los hallazgos de la investigación son variados, pero sobre todo, las prácticas pedagógicas y las capacitaciones en servicio de docentes destacan como factores particularmente importantes. Por ejemplo, con base en las calificaciones de las pruebas de matemática y ciencias naturales en los Estados Unidos y una base de datos exhaustiva sobre factores asociados, Wengslinsky (2000) encuentra que “en tanto que los aportes de docentes, el desarrollo profesional y las prácticas de clase influyen en los logros de los estudiantes, el mayor rol lo juegan las prácticas de clase, seguidas por el desarrollo profesional”.

En términos de enfoques pedagógicos, el debate sobre procedimientos versus razonamiento numérico conceptual se ha dado por décadas. Skemp (1987) acuñó los términos comprensión instrumental y comprensión relacional. La comprensión relacional ocurre cuando un estudiante resuelve un problema y a la vez comprende por qué el proceso utilizado funciona. La comprensión instrumental es cuando un estudiante sabe cómo obtener una respuesta correcta sin comprender el método utilizado. Skemp argumenta que si bien es más fácil lograr una comprensión instrumental, es más difícil recordar lo que se aprende. Skemp concluyó que la computación de rutina es una base necesaria desde la cual los niños avanzan a soluciones de problemas más complejos. Siguiendo su ejemplo, una cantidad de estudios de investigación analizaron el impacto del razonamiento numérico instrumental y relacional en el aprendizaje del estudiante. Por medio de una evaluación experimental del razonamiento del estudiante en la medición de áreas, Zacharos (2006) concluyó que los niños y niñas que utilizan una fórmula tuvieron dificultades para interpretar el significado físico de área. Pesek y Kirshner (2000) encontraron que la enseñanza temprana de memorización de fórmulas y el aprendizaje rutinario interfería con el aprendizaje significativo posterior. Aunque se requiere de más investigación, es seguro concluir que

enfocarse solamente en manipulaciones de rutina para alcanzar una comprensión instrumental dificultará la solución de problemas complejos, el razonamiento numérico y la construcción de modelos matemáticos. También es claro, sin embargo, que algunas manipulaciones automáticas son necesarias, tal como el uso de las tablas de multiplicación y restas frecuentes.

Muy relacionada con el debate sobre el razonamiento numérico conceptual y de procedimiento, está la discusión sobre el ejemplo del docente versus los enfoques pedagógicos centrados en los estudiantes. Existe ahora una gran cantidad de investigaciones que apoyan el uso de algún grado de prácticas de clase basadas en la indagación como un medio para maximizar el aprendizaje (véase, por ejemplo, Lowery 1998; Healy 1990). Sin embargo, se requiere de mayor investigación para definir qué grado de indagación es más efectiva para enseñar temas y conceptos diferentes, y en qué contextos. En general, el uso de la indagación es más aceptado en la enseñanza de disciplinas de ciencias naturales que en la matemática. Colburn (2000) distingue entre cuatro categorías diferentes de enfoques basados en la indagación según los diferentes niveles de involucramiento del docente. Primero, en un extremo del continuo, la indagación estructurada abarca métodos donde se les da a los estudiantes las preguntas y procedimientos paso a paso, con base en los cuales ellos generan explicaciones. Segundo, la indagación guiada es cuando el docente da el problema que deben resolver así como los materiales, y se espera que los estudiantes elaboren sus propios procedimientos para resolver el problema y registren los hallazgos. Tercero, a través del enfoque del ciclo de aprendizaje, los estudiantes aplican los procedimientos de indagación guiada, y luego el docente dirige una conversación sobre los resultados de los estudiantes. Durante la conversación, el docente presenta los nombres formales de los conceptos, después de lo cual los estudiantes aplican los conceptos a una situación nueva. Cuarto, en el otro extremo del continuo, a través del enfoque de indagación abierta, se les da a los estudiantes diferentes materiales y se les pide que desarrollen sus propias preguntas y procedimientos de investigación, que realicen la investigación y que comuniquen los resultados.

Metas y contenidos del currículo.

La investigación educativa y la experiencia política indican que el cumplir la meta de una educación de calidad en matemáticas o ciencias naturales está asociado con la articulación de una visión clara. Esta visión debe especificar, en términos operativos, un conjunto desafiante, riguroso y disciplinariamente sólido de expectativas para el aprendizaje de los estudiantes (Benavot 1992; Kamens, Meyer, y Benavot 1996; Valverde 2003, 2005; Valverde y

McKnight 1997; Valverde y Schmidt 2000; Westbury y Hsu 1996).

Un programa riguroso de matemática, como se ha demostrado en una variedad de investigaciones,⁵ es el que va desde el contenido básico en los años de primaria hasta las herramientas matemáticas más complejas cognitivamente en la secundaria, por ejemplo⁶:

- En números: desde un conocimiento básico de los números naturales, su significado, operaciones y propiedades, incluyendo estimación y sentido del número (a menudo ausente de los programas de ALC debido al énfasis tradicional sobre "la respuesta exacta") hasta números enteros, racionales y reales, exponentes, raíces y radicales.
- En geometría: desde el conocimiento y las destrezas básicas en posición, visualización y forma, hasta la geometría de coordenadas y vectores (los últimos dos temas, así como las funciones, que se mencionan abajo, son herramientas fundamentales para aprender en la educación secundaria para que los estudiantes puedan tener una educación significativa en las ciencias físicas).
- En proporcionalidad: desde conceptos y problemas sencillos hasta Pendiente y gradiente y trigonometría, interpolación y extrapolación lineal.
- En álgebra: desde el estudio de patrones simples, frases numéricas y oraciones hasta un estudio profundo de relaciones, funciones, ecuaciones e inequaciones y fórmulas.
- En cálculo: desde el estudio del análisis elemental en los años superiores de secundaria hasta procesos infinitos y cambio.
- En estadística y probabilidad: desde el estudio de simples tablas, gráficos y nociones de tendencia central y varianza en escuela primaria, hasta estudios más profundos de representación de información, análisis de datos, incertidumbre, y probabilidad en la secundaria.

La educación en ciencias naturales es diferente de la educación matemática; está compuesta de varias disciplinas específicas, y en muchos países hay una distinción entre las ciencias que se espera que todos los estudiantes manejen en la primaria y los primeros años de escuela secundaria, y los cursos de ciencias específicos (por ejemplo, biología,

⁵ Tales estudios, enfocados en las matemáticas, se han beneficiado enormemente del uso de comparaciones internacionales (Callingham y Watson 2004; Cogan, Wang y Schmidt 2001; Conley 2003; Ertl 2006; McKnight y otros 1987; Mcknight y Valverde 1999; Resnick y Nolan 1995; Schmidt y otros 1997^a, 1997b, 2001; Schoenfeld 1994; Stevenson y Baker 1991; Tuijnman y Postlthwaite 1994; Valverde 2003, 2005; Valverde y Mcknight 1997; Valverde y Schmidt 2000).

⁶ Es importante subrayar que nos referimos aquí al programa general de Matemáticas, no al programa de Matemáticas especializado que se propone preparar a los estudiantes para carreras en ciencias, tecnología, ingeniería o matemáticas (STEM).

química y física) que los estudiantes generalmente toman en los años superiores de secundaria. Manteniendo nuestro enfoque en el equivalente de “alfabetización” en las ciencias, nos dirigimos aquí al conocimiento y las destrezas que los países esperan que todos los estudiantes aprendan antes de tomar cursos de ciencias en disciplinas específicas en la secundaria⁷.

Existen más variaciones en los programas de ciencias que en los de matemáticas. Los currículos que conducen a la alfabetización científica integran contenido procedente de cinco disciplinas científicas principales —biología, química, física, geología y meteorología— en cualquier nivel. Esas metas curriculares también incluyen contenido que no es específico a ninguna disciplina científica individual, pero que es importante para todas ellas; por ejemplo, la “Naturaleza de las Ciencias” promueve la comprensión de valores y disposiciones inherentes al desarrollo del conocimiento científico en las diferentes disciplinas. Las características comunes más variadas de las metas del programa de alfabetización científica incluyen:

- Oportunidades para aprender, utilizar e interpretar explicaciones científicas del mundo natural.
- Participación en actividades de aprendizaje que estimulan la recolección y evaluación de evidencia y explicaciones.
- Una apreciación de la naturaleza y el desarrollo del conocimiento científico.
- Oportunidades eficaces para participar productivamente en la práctica y en el discurso de las ciencias.
- Un enlace intrínseco con la alfabetización. Por ejemplo, actividades de lectura y redacción deberían ayudar a explicar conceptos matemáticos y científicos y convertirán las matemáticas y ciencias naturales en algo más significativo para los estudiantes.
- Una base firme en matemáticas. Un currículo eficaz de ciencias naturales siempre se va desarrollando hacia el trabajo en la secundaria que requiere la aplicación de álgebra y cálculo en química (como estequiometría y cálculos de oxidación – reducción); física (como trabajo en mecánica clásica y termodinámica); y biología (que incluye las matemáticas de la genética).

⁷ Esta sección está basada en el trabajo del coautor Gilbert Valverde sobre evaluación comparativa internacional en educación en las matemáticas y ciencias naturales, que incluye los primeros estudios curriculares de TIMSS (Schmidt y otros 1997b; Valverde y Schmidt 2000), un estudio detallado de la reforma curricular en Chile (Valverde 1998, 2003, 2004), y un esfuerzo reciente para realizar una evaluación comparativa de los estándares de la ciencia como miembro de un equipo de investigación en los países de OCDE (Achieve 2010).

Una política curricular de alta calidad en matemáticas y ciencias naturales combina estas metas de contenido y procesos con un conjunto de expectativas de desempeño estudiantil que crece en complejidad cognitiva a través de los años, desde la preprimaria hasta el final de la educación secundaria.

IV. Hallazgos

Las investigaciones sobre las oportunidades para aprender que están disponibles para los estudiantes en la región ALC presentan un panorama perturbador. Los jóvenes no están quedando preparados apropiadamente para cumplir los requisitos de matemáticas y ciencias naturales que exige una economía mundial que está cada vez más interconectada. Entre los causantes de esta situación se hallan los currículos débiles, materiales de aprendizaje inadecuados y la falta de dominio por parte de los docentes en matemáticas y en las ciencias naturales. Las aulas se caracterizan por la memorización mecánica de operaciones rutinarias de cómputo y la repetición de datos, y los docentes les dan a sus alumnos poca retroalimentación evaluativa, o la que les dan es incluso errónea. A pesar del hecho de que los docentes suelen estar bastante conscientes de sus limitaciones en los conocimientos y destrezas matemáticas y científicas, muchos no reconocen el probable impacto que tiene este déficit sobre los estudiantes en sus aulas; con más frecuencia atribuyen el bajo rendimiento a factores institucionales o contextuales. En esta sección repasamos las características y la calidad de los currículos de matemáticas y ciencias naturales de la región, los docentes, los enfoques pedagógicos, los libros de texto de matemáticas y ciencias naturales y otros insumos, y los logros de los estudiantes.

Los currículos de matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe

El término “calidad” está presente en todo el debate sobre la política curricular en los países de ALC,⁸ tendencia que se halla en los debates sobre estos temas en todo el mundo. La diferencia principal en ALC, sin embargo, es la medida en que ese debate se ha quedado en los niveles filosóficos e ideológicos. Los debates están casi totalmente carentes de referencia alguna a evidencias empíricas. Además, con frecuencia no logran hacer referencia al rigor académico o siquiera a una conceptualización operacional de las destrezas y conocimientos que se requieren para la superación personal, la vida ciudadana y la participación en la

⁸ Las fuentes primarias de evidencias para esta sección, a menos que se señale de otro modo, son dos obras sobre el currículo y los estándares: una es una evaluación de las tendencias regionales en la política curricular y evaluativa en ALC, realizada recientemente por Gilbert Valverde, coautor de esta reseña (2009), y la otra es un análisis de un archivo comprensivo, recientemente compilado, de estándares, currículos, programas de estudio y libros de texto de Matemáticas, recolectados con el propósito de efectuar un estudio de la iniciativa de “La Calidad Cuenta (Quality Counts)” de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la cual es excepcionalmente fuerte a la hora de representar a los países de la región ALC (Benavot 2010).

economía. En el caso del rigor académico, el término está casi totalmente ausente de, al menos, las justificaciones o fundamentaciones escritas de las metas citadas en currículos nacionales y programas de estudios. Esas discusiones, en su mayor parte, esquivan la referencia al rigor disciplinario o la evidencia en las investigaciones, y dan precedencia a las opciones filosóficas e/o ideológicas tomadas por los que trazan las políticas, que en su mayoría son variantes de teorías psicológicas de la construcción del conocimiento. Se centran principalmente en ofrecer una fundamentación del pedigrí teórico de las nuevas políticas. Lo curioso es que también es escaso el debate —más allá de enunciados imprecisos y vagos— sobre el conjunto de destrezas y conocimientos de matemáticas y ciencias naturales que se necesitan para llevar adelante la vida personal, social y económica.

Tal como se describió en la sección anterior, el currículo de matemáticas y ciencias naturales debe ser dinámico: debe proceder en el entendido de que los estudiantes deben dominar algunos conocimientos y destrezas y luego pasar a dominar nuevos contenidos y destrezas. Pero las metas de aprendizaje en muchos currículos de ALC son estáticas (Schmidt y otros 1997a; Valverde 2004, 2009). Por ejemplo, con frecuencia las lecciones incluso de primeros años de secundaria dedican considerables recursos educacionales (espacio en los libros de texto, tiempo lectivo, etcétera) a temas aritméticos que se introducen y se abarcan ampliamente en la escuela primaria. Esta tendencia se halla también en los currículos de ciencias naturales; los estudiantes de ALC rara vez tienen suficientes oportunidades para desarrollar las destrezas en funciones matemáticas, vectores y álgebra que se necesitan para llevar adelante con éxito estudios en ciencias naturales más rigurosos.

En general, los sistemas educativos en ALC usan currículos que no cumplen con las normas internacionales de claridad, alineamiento y rigor. La ambigüedad, la contradicción y la dispersión se pueden observar en los términos vagos e imprecisos en que se suelen formular en la región las metas de aprendizaje. Frecuentemente, el lenguaje en que se presentan esas metas de aprendizaje no le permite al lector discernir cómo es que alguien (un docente, un administrador, un padre o madre de familia, etc.) puede verificar si la meta se ha alcanzado o no. Parece que a veces los ministerios de educación (MDE) reconocen este asunto, y luego se ponen a diseñar nuevos documentos, dirigidos con una enorme variedad de actores y entidades diferentes en el sistema educativo. Estos documentos —a menudo con títulos como “indicadores de aprendizaje”, “áreas de competencia”, “criterios de evaluación” y así por el estilo— casi invariablemente son escritos por equipos (con frecuencia consultores externos) que generalmente no escriben ese tipo de instrumentos de

política curricular. Lo típico es que carezcan de mecanismos eficaces para garantizar que estén alineados entre sí, y por eso se vuelven parte de una especie de efecto “torre de Babel” en el cual los currículos, los programas de estudios, los indicadores de aprendizaje, los marcos de exámenes y otros instrumentos, en vez de conformar una arquitectura sólida y cohesionada de políticas complementarias, constituyen una cacofonía de directrices confusas y contradictorias.⁹

El rigor, como antes se señaló, es una noción que rara vez aparece como inquietud específica en ninguna política curricular en ALC. Lo que es más importante, las metas planteadas por muchos países para las matemáticas muestran poca evidencia de él.

Además de ser de baja calidad, la evidencia anecdótica de muchos países e informes de los MDE (por ejemplo, un reciente trabajo en la unidad curricular del MDE de la República Dominicana) indica que a menudo los currículos no se están implementando a cabalidad. En particular, en los niveles de preprimaria y primaria, los estudiantes parecen estar recibiendo menos horas de educación de lo estipulado en matemáticas y ciencias naturales, y se pierden áreas importantes de las matemáticas y de las ciencias que, si bien figuran en el currículo, no son enseñadas por sus maestros.

En resumen, una mirada crítica a la política curricular de ALC sugiere que las políticas requieren un refinamiento sustancial para corregir problemas de ambigüedad, contradicción, dispersión y falta de rigor. En la sección cinco que sigue vamos a examinar los esfuerzos en toda la región que se proponen abordar esas condiciones y superar los desafíos asociados con ellas.

Los docentes y los enfoques pedagógicos

En aquellos países de ALC donde los sistemas nacionales de evaluación publican resultados en forma periódica, el público en general parece estar consciente de los bajos niveles de rendimiento en matemáticas y ciencias naturales que en general tienen los estudiantes, pero menos consciente de la baja calidad de instrucción que reciben esos estudiantes. Aquí, una vez más, las señales son preocupantes. Aunque una mayoría de los docentes de la región tienen el nivel de capacitación requerido por los sistemas nacionales de educación — por lo general un título de un instituto de formación docente o una universidad (LLECE 2010)—, las evidencias sugieren que muchos docentes no están adecuadamente preparados y ofrecen muy pocas oportunidades para que sus alumnos aprendan las destrezas de matemáticas y ciencias naturales. El énfasis se pone de forma abrumadora en el desarrollo

⁹ En Valverde (2009) se halla documentación extensa de esas características, con ilustraciones.

de una comprensión de las matemáticas y ciencias naturales que es instrumental o de procedimiento, en vez de ser conceptual o relacional:

- En Perú, un estudio reciente de estudiantes de sexto grado en 22 escuelas públicas en Lima mostró que menos de la mitad de los ejercicios de matemáticas que los estudiantes copiaron en sus cuadernos habían sido resueltos. La evidencia de los cuadernos también indicaba que los docentes ponen excesivo énfasis en los temas del currículo nacional que son menos exigentes en el aspecto cognitivo. El estudio descubrió también que es común encontrar errores en los libros de ejercicios de los estudiantes que no han recibido ninguna retroalimentación de parte de los docentes, o lo que es peor, retroalimentación errónea (Cueto, Ramírez y León, 2006).
- Una investigación internacional efectuada en aulas de matemáticas de sexto grado en Argentina, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Perú, México y Uruguay encontró que las prácticas de evaluación que los docentes hacen durante la clase son extremadamente débiles. A los estudiantes y a sus familias se les da muy poca retroalimentación formativa en esas evaluaciones, y las calificaciones asignadas a los estudiantes son arbitrarias y, en su mayor parte, carentes de sentido (Ravela 2009).
- En Panamá y Costa Rica, un estudio comparativo de docentes de tercero y séptimo grados, que incluía el grabar en videocinta lecciones de matemáticas y la administración de un instrumento de evaluación que medía el dominio de las matemáticas que tenían los docentes y su conocimiento de la pedagogía de las matemáticas, puso al descubierto que los docentes tienen deficiencias preocupantes en ambas áreas (Sorto y otros, 2008).
- En Chile, un estudio internacional marcó puntos de referencia de oportunidades para los estudiantes de aprender matemáticas y el impacto de estas oportunidades sobre el desempeño de los estudiantes en el TIMSS 1998/1999 frente a jurisdicciones con características económicas similares pero con un rendimiento académico superior: Corea del Sur, Malasia, Eslovaquia y las Escuelas Públicas del Condado de Miami/Dade (EEUU). un estudio estadístico multinivel (HLM) muestra que la calidad de la enseñanza tuvo un impacto positivo sobre el rendimiento en matemáticas en todos esos países. Pero los estudiantes en Chile se centraron más en el aprendizaje de memoria y tuvieron menos oportunidades para aprender unas matemáticas más exigentes en lo cognitivo que sus pares en otros sistemas educativos (Ramírez 2006).

- En la República Dominicana, una evaluación reciente del dominio matemático de los docentes y los rendimientos en matemáticas de sus alumnos no solo reveló que los maestros de escuela exhiben debilidades extraordinarias en su conocimiento del contenido (solo cerca de la mitad de los docentes de cuarto grado en las provincias de Santiago y Santo Domingo reconocieron que la fracción común $1/2$ es mayor que $1/3$), sino que también mostraron debilidades comparativamente mayores en aquellas áreas de las matemáticas que también resultaban difíciles para sus alumnos: por ejemplo la proporcionalidad, las fracciones comunes y decimales, elementos de estadística y probabilidades (Valverde y otros, 2009).
- Estudios de caso en Colombia sugieren que los docentes no tienen una conciencia crítica de sus carencias en matemáticas o del efecto que esas carencias tienen sobre los estudiantes en sus aulas. En el caso de los profesores de álgebra de secundaria en Colombia, la evidencia indica que cierto número de ellos tienen concepciones erróneas y faltantes de conocimientos que demuestran ser obstáculos de gran dimensión en su labor docente, pero que de modo abrumador ellos culpan a factores institucionales y/o contextuales por los bajos niveles de rendimiento de sus alumnos (Agudelo-Valderrama, Clarke y Bishop, 2007).
- Una encuesta hecha a 153 docentes de educación primaria en Argentina encontró que menos de la mitad de ellos podían definir tres conceptos matemáticos básicos que los alumnos de cuarto grado debían aprender. Cerca del 30% de los docentes pudieron identificar uno o dos conceptos matemáticos básicos. Más de la mitad de los docentes o no pudieron identificar conceptos de matemáticas pertinentes para la vida diaria de los estudiantes, u optaron por no contestar la pregunta. La situación se mostró aún peor en ciencias naturales, donde menos del 3% de los docentes pudieron expresar conceptos básicos en diversas áreas del currículo. Los maestros comúnmente confundían los conceptos. Por ejemplo, muchos docentes tuvieron problemas para diferenciar entre "medio ambiente" y "ecosistema", conectando este último con los ambientalistas y conservacionistas.
- En la misma encuesta en Argentina se encontró que más del 27% de los docentes tenían una percepción desactualizada de los conocimientos matemáticos, y creen que se trata de una ciencia exacta que no evoluciona y una disciplina a la cual solo debían dedicarse personas sumamente inteligentes, rigurosas y racionales. En ciencias naturales, una porción tan alta como el 58% de los docentes tenían una percepción obsoleta del conocimiento científico, y afirmaban que las ciencias naturales son un conjunto de verdades aceptadas que explican principalmente los

fenómenos naturales. Tres cuartas partes de los docentes tenían conceptos estereotipados de los métodos científicos y del pensamiento científico, y creen que la ciencia consta de una serie de pasos que conducen a una verdad objetiva (Näslund-Hadley, Cabrol e Ibarrarán, 2009).

Libros de texto y materiales didácticos en matemáticas y ciencias naturales

Las evidencias disponibles sugieren que muchas escuelas en la región se caracterizan por una falta de insumos en matemáticas y ciencias naturales, incluyendo libros de texto sobre matemáticas y ciencias naturales, suministros y laboratorios:

- No es sorprendente hallar que son pocas las escuelas primarias que tienen laboratorios científicos. El estudio SERCE de factores asociados encontró que solo el 6% de las escuelas primarias de Paraguay y el 8% en el estado mexicano de Nuevo León tienen laboratorios científicos. En la República Dominicana, la proporción de escuelas con un laboratorio científico era más alta (30%) (SERCE 2008).
- El estudio SERCE de factores asociados¹⁰ indicó que, en Paraguay, solo una cuarta parte de los estudiantes de sexto grado tienen su propio libro de texto de matemáticas. La mitad de los estudiantes indicaron que compartían su libro de texto con otros compañeros. En la República Dominicana el 43% de los estudiantes tienen su propio libro de texto de matemáticas, y el 37% comparten un libro con sus compañeros. Al otro extremo del espectro se halla el estado de Nuevo León, donde nueve de cada diez estudiantes de sexto grado tienen su propio libro de texto individual de ciencias naturales (SERCE 2008).
- Un estudio de 56 escuelas primarias en dos provincias de Argentina indicó que la disponibilidad de materiales didácticos y equipos de matemáticas y ciencias naturales se limita a 4 estudiantes por libro, 162 estudiantes por computadora y 379 estudiantes por televisor. Solo el 5,4% de las escuelas tienen laboratorio de ciencias (Näslund-Hadley, Cabrol e Ibarrarán, 2009).

En la región es limitada la investigación sobre el impacto del acceso a los materiales de matemáticas y ciencias naturales, incluyendo libros de texto, kits científicos y suministros. Los pocos estudios disponibles muestran que puede ser importante, aunque hay que explorar más a fondo las causas:

¹⁰ El estudio SERCE de factores asociados abarca un amplio espectro de características de las escuelas, los docentes y los estudiantes, incluyendo, por ejemplo, la infraestructura y el equipo, el clima de la escuela, el desempeño de los docentes y el estatus socioeconómico.

- En Nicaragua, el Banco Mundial halló que la mayor disponibilidad de libros de texto de matemáticas en primer grado incrementaba sustancialmente las notas de los estudiantes en los exámenes. Este impacto era más pronunciado en las escuelas rurales, y parecía ser independiente del nivel inicial de rendimiento del grupo en matemáticas (Baker 2002).
- En Nuevo León, el número de respuestas a la encuesta de factores asociados (SERCE 2008) fue suficiente para analizar la relación entre libros de texto y aprendizaje. El estudio no encontró una diferencia significativa en las notas de los exámenes entre estudiantes que no tenían libro de texto de matemáticas y los que tenían que compartir su libro de texto de matemáticas con otros estudiantes. En cambio, los estudiantes que tenían su propio libro de texto excedían a sus pares en rendimiento por 43 puntos (8,3%).

El Logro Estudiantil

A pesar de algunos esfuerzos por priorizar la educación en matemáticas y ciencias naturales —y en particular las matemáticas—, hay un creciente cúmulo de evidencias que sugiere que los sistemas educativos de la región se caracterizan por una falta de calidad que es crítica. Las pruebas y estudios nacionales e internacionales —y un examen de las metas nacionales expresadas en la política curricular— sugieren unánimemente que los desafíos por afrontar son enormes.

Las pruebas nacionales en la región ALC (con pocas excepciones) son un fenómeno que data de mediados de la década de 1990. Desde las primeras pruebas, los resultados en matemáticas y ciencias naturales han demostrado ser decepcionantes una y otra vez. A pesar de numerosos problemas técnicos que muchos sistemas nacionales de pruebas en la región apenas recientemente han comenzado a superar (Ravela 2001; Ravela y otros 2001), es clara la evidencia de que, en promedio, los estudiantes están quedando por debajo de las metas para el dominio de las matemáticas y ciencias naturales fijadas por las políticas educativas de sus países. Hay muchos casos de estos hallazgos preocupantes; los siguientes son solo unos cuantos ejemplos:

- En Perú, las pruebas nacionales realizadas en 2009 encontraron que solo el 13,5% de los estudiantes de segundo grado cumplían las expectativas nacionales de dominio de las matemáticas a nivel de su grado. Las pruebas nacionales realizadas en 2004 indicaron que solo el 2,9% de los niños de quinto grado habían alcanzado

plenamente las expectativas para su nivel de grado (Unidad de Medición de la Calidad Educativa 2010; GRADE 2006).

- En Guatemala, las pruebas nacionales de rendimiento en escuela primaria realizadas en 2004 encontraron que un escaso 28% de los estudiantes podían, al final del primer grado, reconocer la opción correcta en exámenes de escogencia múltiple de simples sumas y restas (CIEN y PREAL 2009).
- En México, una evaluación nacional hecha en 2008 de estudiantes de secundaria de noveno grado encontró que menos de la mitad (48%) habían alcanzado el nivel de dominio más básico en matemáticas para su grado (Aguilar, Miguel y Vázquez, 2009).
- En Haití, una evaluación del desempeño de estudiantes de primaria en el año lectivo 2004-2005 encontró que solo el 44% de los estudiantes de quinto grado cumplían las expectativas para su grado en matemáticas (EFA 2008).

Estos resultados son típicos de la región, y han conducido a su caracterización como un área que “casi no ha avanzado nada en el mejoramiento del aprendizaje” (Junta Asesora de PREAL 2006: 6), condición que comparte con gran parte del mundo en desarrollo (EFA 2008).

Las pruebas nacionales, sin embargo, presentan algunas limitaciones importantes a la hora de tratar de evaluar el estado actual de los logros de los estudiantes en las matemáticas y ciencias naturales. La creciente participación de los países de ALC en evaluaciones internacionales a gran escala provee evidencias suplementarias importantes. La importancia de estas pruebas radica en la oportunidad que proveen para referenciar el rendimiento promedio de los estudiantes en diversos países y regiones. Especialmente importantes a este respecto son las pruebas regionales periódicas aplicadas por la Oficina Regional para la Educación en América Latina y el Caribe (OREALC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), basada en el Laboratorio Latinoamericano para la Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE); PISA de la OCDE; los CSEC, organizados por el Consejo Caribeño de Exámenes (CXC); y las TIMSS, organizadas por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA).

La más reciente evaluación del LLECE, el SERCE, evaluó las destrezas matemáticas de estudiantes de tercero y sexto grados en 16 países y en el estado mexicano de Nuevo

León, y las destrezas en ciencias naturales de estudiantes de sexto grado en 9 países y en el estado de Nuevo León. El estudio reveló algunos puntos importantes de señalar:

- Las destrezas en matemáticas y ciencias naturales varían ampliamente. En general, Cuba representa el nivel más alto de rendimiento y la República Dominicana el más bajo.
- La calidad de los resultados en matemáticas de tercer grado es, por lo general, baja: en siete países (Ecuador, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Perú y República Dominicana), el 50% o más de esos estudiantes han alcanzado apenas el nivel más abajo de rendimiento.
- Muchos países también tienen resultados débiles en matemáticas de sexto grado. Ecuador, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y República Dominicana están muy atrás de sus pares regionales.
- Para las ciencias naturales en sexto grado, el panorama también era triste: Argentina, El Salvador, Panamá, Paraguay, Perú y República Dominicana muestran niveles de rendimiento promedio en esta asignatura significativamente por detrás de Cuba, Colombia, Uruguay y el estado de Nuevo León (LLECE 2008).
- Los datos de SERCE revelaron importantes lagunas de aprendizaje entre estudiantes de diferentes grupos socioeconómicos. La probabilidad de que un estudiante de tercer grado del quintil más pobre alcance un resultado satisfactorio en matemáticas es de 10%, en comparación con el 48% en el quintil de más riqueza. En sexto grado, la probabilidad de obtener un resultado satisfactorio mejoraba levemente (27% entre estudiantes en el quintil más pobre, en comparación con el 67% en el quintil más rico), pero la desigualdad en el aprendizaje por grupo socioeconómico seguía siendo pronunciada (Duarte, Bos y Moreno 2009).
- Un análisis basado en género de los datos de SERCE 2008 muestra que los estudiantes varones de sexto grado de los países participantes tienen, en promedio, una ventaja significativa sobre las niñas en ciencias naturales, al obtener un puntaje medio que es 11,5 puntos más alto. Pero la situación difiere de un país a otro. Mientras que las diferencias son pronunciadas en Colombia, El Salvador y Perú, no hay diferencias significativas en Argentina, Cuba, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Uruguay.
- Los datos de SERCE 2008 también muestran importantes lagunas de aprendizaje por grupo étnico. Los estudiantes que hablan en casa una lengua indígena tienen menor rendimiento en todas las asignaturas, incluyendo ciencias naturales y

matemáticas. Por ejemplo, en Paraguay, las notas de matemáticas de los niños que recibían las lecciones en guaraní son más bajas, en promedio, por 32 puntos, o por un 7%. Después de controlar otras variables como sexo, características de sus padres, estatus socioeconómico y trabajo infantil, permanece una diferencia de 17 puntos.

El Caribe anglohablante no participa en el SERCE, pero durante las últimas tres décadas la subregión implementa anualmente los exámenes CSEC para estudiantes de educación secundaria de grado 11. Si bien la prueba no es obligatoria, el acceso a la educación terciaria generalmente requiere una nota de aprobado en por lo menos cinco materias del CSEC, incluyendo inglés y matemáticas. En consecuencia, los estudiantes que aspiran a la educación terciaria están sobrerrepresentados entre los que reciben los exámenes, pero los resultados (particularmente en matemáticas) son sorprendentemente bajos aun así:

- En junio del 2009, apenas el 41% de los estudiantes que participaron pasaron el examen general de matemáticas. En Belice, cerca del 57% pasaron el examen general de matemáticas, y en Barbados lo lograron aproximadamente el 48%. En Surinam solo del 23% sacaron la nota mínima para aprobar. Los estudiantes jamaíquinos y guyaneses también tuvieron tasas decepcionantes de aprobación en matemáticas: 36% y 31% respectivamente. En Jamaica, Surinam y Guyana, una mayoría de los que no pasaron tenían una comprensión muy limitada de los conceptos claves, y muy escaso conocimiento, destrezas y competencias requeridas por los programas de matemáticas. En ciencias naturales las notas de aprobado fueron más altas, reflejando el hecho de que esos exámenes tienden a tomarlos los estudiantes que quieren estudiar en la universidad algún área de las ciencias naturales: 74% en biología, 77% en física y 78% en química.
- En el Caribe de habla inglesa, la brecha de género en matemáticas y ciencias naturales queda, en algunos países, al revés de la brecha observada en los países latinoamericanos. Los datos de CSEC (2009) indican que las muchachas tienden a desempeñarse mejor que los muchachos tanto en matemáticas como en ciencias.

La participación de ALC en evaluaciones extrarregionales y transnacionales a gran escala, tales como el PISA y TIMSS, sigue siendo modesta; pero los resultados son alarmantes. Sea cual sea su ubicación en el SERCE, todos los países de ALC que han

participado en alguna de las administraciones de PISA o TIMSS han quedado en forma constante en el fondo de la distribución del rendimiento estudiantil promedio. Por ejemplo:

- En Colombia, el 69% de los alumnos de cuarto grado y el 61% de los de octavo no habían alcanzado el nivel mínimo de dominio de las matemáticas fijado para el TIMSS del 2007, y casi la mitad de los estudiantes de 15 años de edad no alcanzaron el nivel mínimo de dominio de las matemáticas del PISA en 2006. En la evaluación de ciencias del TIMSS, el 49% de los estudiantes de cuarto grado y el 41% de los de octavo no lograron el nivel mínimo de dominio. En el PISA 2006, un tercio de los estudiantes colombianos de 15 años de edad no alcanzaron el nivel mínimo de dominio (ICFES 2008).
- En Uruguay —país que participó en la primera evaluación extrarregional internacional a gran escala en el PISA 2003— los resultados también fueron decepcionantes. Mientras que los alumnos de 15 años en Uruguay aventajaban con mucho a los otros países de ALC que participaron en ese estudio —Chile, Argentina, México, Brasil y Perú— tanto en matemáticas como en ciencias, sus notas medias estaban 100 puntos por detrás de las del país promedio de OCDE en matemáticas y 60 puntos en ciencias (PISA 2003).
- Las diferencias de género en el desempeño son considerables. Esto resultó evidente, por ejemplo, en El Salvador y Colombia, los dos países de la región que participaron en el TIMSS 2007. En matemáticas, los varones de octavo grado en ambos países rindieron significativamente mejor que las mujeres. En cuarto grado esta diferencia solo fue significativa en el caso de Colombia. En ambos países, los varones tuvieron un rendimiento más alto que las muchachas en ciencias naturales, tanto en cuarto como en octavo grado (IEA 2007).
- Un repaso del PISA 2006 pone de manifiesto diferencias de género grandes y estadísticamente significativas en matemáticas en todos los países participantes de ALC (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay). Las diferencias de género fueron un poco menos pronunciadas en el área de las ciencias. En promedio, los varones se desempeñaron significativamente mejor en cuatro de los seis países participantes de la región (in Argentina las mujeres se desempeñaron significativamente mejor que los varones, y en Uruguay no hubo diferencia significativa). En áreas específicas en su contenido, las diferencias de género fueron considerables. Los varones se desempeñaron mejor que las mujeres en toda la región en el conocimiento de “la Tierra y los sistemas espaciales” y

“sistemas vivientes”. En esas áreas de contenido, Chile tuvo las diferencias de género más grandes del mundo en favor de los varones (35 y 27 puntos respectivamente). En el área de contenido de los sistemas físicos, los varones se desempeñaron significativamente mejor que las mujeres en todos los países participantes de ALC menos uno, Argentina. También en esta área sobresale Chile, con la segunda diferencia más grande del mundo (40 puntos) entre varones y mujeres (OCDE 2006).

Algunos países, notablemente México y Chile, han participado en estos estudios más de una vez, y han intentado interpretar sus modestos avances en rendimiento como señales positivas de avance (Unidad de Currículum y Evaluación 2004; Vidal y Díaz 2004). Mientras tanto, organizaciones tales como el Programa para Promover la Reforma Educativa en América Latina (PREAL) han tendido a aceptar estas afirmaciones (Junta Asesora de PREAL, 2006). Pero tal optimismo es infundado.

Uno de los problemas con el PISA y el TIMSS es que hay importantes errores de calibración de las pruebas de un año a otro en el extremo inferior de la distribución del rendimiento. Esto sucede sencillamente porque hay muy pocas preguntas en las pruebas que miden los niveles más bajos de rendimiento. De hecho, se ha mostrado que las ganancias o pérdidas observadas en los países de más bajo rendimiento durante los años no son señales de avance o deterioro sino simplemente fluctuaciones debidas a errores de calibración (Xu 2009). Actualmente no hay ninguna evidencia creíble de mejoramiento o deterioro de los resultados de los estudiantes en ALC en evaluaciones internacionales a gran escala. Como los exámenes se calibran para niveles de rendimiento más comunes en regiones fuera de ALC, sí ofrecen, sin embargo, evidencias válidas y confiables de la posición relativa de los estudiantes de ALC en comparación con sus pares internacionales en cualquier administración específica de un examen. También son excelentes como estudios longitudinales de los puntajes promedio de los estudiantes para países en la parte superior y media de la distribución. Lamentablemente, no son útiles para los países de ALC en este sentido.

Como lo ha mostrado la evidencia en esta sección, los países de ALC afrontan retos importantes en la educación en matemáticas y ciencias naturales. Frecuentemente los estudiantes no cumplen las expectativas para la educación en matemáticas y ciencias naturales que sus propios sistemas educativos han fijado, y de forma constante se desempeñan a un nivel más bajo que sus pares internacionales en exámenes globales.

V. Nuevos rumbos

Si bien los problemas de ALC en la educación en matemáticas y ciencias naturales son considerables, los sistemas educativos de la región tienen también otras dificultades, entre ellas la evidencia de bajos niveles de desempeño en las destrezas básicas de lectura y escritura y otras áreas de los currículos nacionales, bajos niveles de financiación para la educación pública, y agendas incoherentes para el desarrollo del sector (Carlson 2000; Junta Asesora de PREAL 2006). Tal vez por eso no sea de extrañar, entonces, que nuestros esfuerzos por ubicar y revisar nuevas iniciativas de políticas o programas en la educación en matemáticas y ciencias naturales no hayan tenido mucho éxito. Quizás el hallazgo más importante de este repaso sea el descubrimiento de la escasez de esfuerzos en esta área clave de la educación. A nivel regional, la importancia de la educación en matemáticas y ciencias naturales se reconoce ampliamente de palabra, pero esas palabras rara vez han conducido a metas que se pongan en acción. Los MDE a veces emprenden esfuerzos por reformar los currículos o refinar los instrumentos de política, pero, como se mencionó en la sección anterior, esos esfuerzos se justifican casi exclusivamente sobre bases filosóficas o ideológicas, se realizan típicamente sin referencia alguna a hallazgos de investigaciones, y rara vez tienen éxito en sus intentos de hacer que las metas sean suficientemente operativas como para proveer orientación eficaz a docentes, estudiantes, autores de libros de texto, desarrolladores de exámenes y demás (Ferrer 2004, 2006a). Prácticamente no hay esfuerzos de reforma curricular en ALC que se empeñen en fundamentar decisiones educacionales con evidencias de investigaciones que muestren qué es lo que funciona en las aulas y qué no. Paradójicamente, esto sucede incluso en el gran número de países que tienen programas nacionales de evaluación del rendimiento, los cuales en algunos casos han estado en funcionamiento durante décadas.¹¹

Asimismo, muy pocas de las intervenciones, medidas, programas o proyectos pilotos que actualmente están en marcha en la región —ya sea bajo los auspicios de los MDE, de organizaciones no gubernamentales (ONG) u otras entidades— se basan en investigaciones. Pudimos ubicar pocos proyectos que sigan un diseño puramente experimental (uno de los criterios en el alcance de trabajo para la presente reseña). Este resultado no es especialmente sorprendente: en la mayoría de los sistemas educativos, la asignación aleatoria de estudiantes y/o docentes a grupos experimentales y de control enfrenta dificultades prácticas y legales. Estas dificultades se complican por los dilemas éticos

¹¹ Esta no es la práctica común fuera de ALC, donde en muchos países se da primacía a las metas basadas en evidencias en el campo de las matemáticas y ciencias naturales. Por ejemplo, en los Estados Unidos, extensas reseñas de investigaciones recientes constituyen la base de los influyentes estándares del Consejo Nacional de Docentes de Matemáticas (NCTM) (NCTM 2000), y la importancia de la fundamentación empírica de cada uno de los estándares está cuidadosamente documentada y se publica por separado como apoyo esencial para esos estándares (Kilpatrick, Martin y Schifter, 2003).

planteados por el negar servicios a los grupos vulnerables que muchos de los proyectos se proponen beneficiar, y también por la falta de políticas claras que involucren el consentimiento informado de los niños y sus familias para la participación en estudios investigativos.

Hay, sin embargo, unos cuantos proyectos que, aunque se quedan cortos en cuanto a la meta del diseño experimental, tenían otras características que servían para ilustrar formas notables en que los países de ALC están tratando de abordar los desafíos clave en la educación en matemáticas y ciencias naturales. En esta reseña se examinan algunos casos para entresacar lecciones que, en conjunción con nuestra evaluación de la condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en la sección anterior, pueden conducir a formular un marco para acciones futuras. Este marco será presentado en la sección final de esta reseña.

La educación en matemáticas y ciencias experimentales en Argentina

En el 2009, en respuesta al bajo rendimiento estudiantil en ciencias y matemáticas, el MDE argentino y el BID implementaron un proyecto piloto para identificar mejores abordajes para la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en las escuelas primarias.

El proyecto piloto se implementó en los departamentos de Tafí Viejo, Yerba Buena y Cruz Alta y el área capitalina en la provincia de Tucumán, y en la parte sur del área exterior de la provincia de Buenos Aires (el "Conurbano"). Las dos áreas se seleccionaron sobre la base de características socioeconómicas y resultados académicos. Ambas contenían una alta proporción de escuelas y hogares vulnerables con necesidades básicas insatisfechas. Además, ambas tenían una alta proporción de estudiantes con notas bajas en ciencias y matemáticas en el examen nacional de evaluación de la educación primaria (ONE). En cada provincia se seleccionaron al azar al menos 300 escuelas, y también al azar se las asignó a uno de los cuatro grupos: el Programa de Alfabetización Científica (PAC), Ciencia y Tecnología mediante Creatividad (CTC), Matemáticas para Todos, o el grupo de control. En el proyecto piloto participaron un total de 675 escuelas y más de 18.100 estudiantes de cuarto grado.

Antes de unirse a la iniciativa, las escuelas participantes usaban un enfoque de aprendizaje sumamente estructurado en que todos los estudiantes seguían cada lección juntos en una secuencia específica. En cambio, el proyecto piloto estaba diseñado para probar tres modelos basados en la indagación en dos provincias argentinas durante el año académico 2009.

El término indagación se usa popularmente para describir un espectro de enfoques pedagógicos que usan el involucramiento de los alumnos y la interrogación para generar la comprensión. En el proyecto piloto de Argentina, todos los tres enfoques podían clasificarse como enfoques guiados basados en la indagación, porque el docente facilitaba el proceso de aprendizaje, mantenía el énfasis en resultados pertinentes, y alentaba el pensamiento divergente. Los tres enfoques se caracterizaban también por el razonamiento científico, la experimentación, el trabajo en grupos y el diálogo. Constituían un claro alejamiento de las demostraciones dirigidas por el docente y de la simple transmisión de conceptos.

El CTC fue desarrollado por Sangari Brasil para ser implementado en los sistemas escolares menos que óptimos que caracterizan a la mayoría de los países en desarrollo, donde los docentes suelen tener escasa capacitación pedagógica y conocimientos limitados de las materias que enseñan. Este modelo ofrece al docente un paquete integrado e incluye materiales para experimentos, guías para el docente y para el alumno para cada tema, y guía paso a paso para los docentes. Los docentes no planean sus propias lecciones; más bien, las instrucciones de tutoría les muestran cómo llevar a cabo cada conjunto de lecciones. En Brasil, el CTC se ha usado en la educación de aproximadamente un millón de escolares.

El PAC está inspirado en el programa francés *La main à la pâte*, que hace referencia al gesto que hace la gente al ver de repente la clave para resolver un problema. Como el CTC, el PAC aspira a construir el conocimiento por medio de experimentos guiados, pero le da al docente un papel más prominente. El PAC no es un conjunto de lecciones predeterminadas sino más bien un marco que promueve la integración de destrezas esenciales —el razonamiento científico y la búsqueda de sentido— en el currículo de ciencias naturales a nivel de primaria. Se pone mucho énfasis en el papel del lenguaje en la construcción del conocimiento.

Si bien el PAC ofrece numerosos ejemplos de cómo el razonamiento y la búsqueda de sentido se pueden usar en el aula, no le exige al docente seguir una guía paso a paso para cada lección, ni es un modelo que se limite a un solo libro de texto. Más bien el docente tiene la libertad de planificar las lecciones y de investigar e identificar textos apropiados —desde periódicos hasta publicaciones académicas— que se pueden integrar en las lecciones. Los kits sencillos que acompañan al PAC van complementados por útiles tomados de la vida diaria de docentes y estudiantes: se usa cualquier cosa desde cuerdas y palos hasta huesos de pollo y vinagre. El énfasis que pone el PAC en el docente tiene el potencial de producir educadores y estudiantes muy involucrados, pero el realizar ese

potencial exige sólidas destrezas de fundamentos pedagógicos y por lo tanto una capacitación inicial más rigurosa para los docentes.

En vez de enseñarles a los estudiantes a llevar a cabo procedimientos complejos, Matemáticas para Todos se centra en lo que ellos pueden hacer con sus conocimientos. El modelo se basa en la proclividad natural de los niños para jugar, vinculando contenido educativo con las reglas de juegos tales como la lotería y el bingo, juegos de naipes, cuadrículas de suma y multiplicación y conteo de dinero. A los estudiantes se los anima a desarrollar sus propias estrategias para la resolución de problemas, a justificar sus ideas y a aceptar sugerencias y críticas de sus compañeros. Por ejemplo, en un aula piloto, a los estudiantes se les preguntó cuántas mesas con 4 platos en cada una se podían colocar a partir de una pila de 36 platos. Tres estudiantes resolvieron el problema usando diferentes estrategias. Después de resolver los problemas individualmente, a los estudiantes se les animó a explicar su razonamiento, a detectar falacias y a criticar el pensamiento de los otros (Näslund-Hadley, Cabrol e Ibararán, 2009).

Los tres modelos pedagógicos arriba descritos fueron probados por medio de una evaluación experimental de los tres grupos de tratamiento (PAC, CTC y Matemáticas para Todos) y un cuarto grupo de control que recibió el programa estándar de ciencias naturales y matemáticas. La finalidad de la evaluación era investigar los efectos de los tres modelos sobre el razonamiento matemático y científico de los estudiantes de primaria y su conocimiento del contenido. Después de apenas un año académico, las notas de exámenes de los tres grupos de tratamiento mejoraron más que las del grupo de control. El modelo de matemáticas fue el que tuvo el efecto más fuerte sobre el aprendizaje de los estudiantes: la nota promedio en los exámenes aumentó en 44 puntos (cerca de la mitad de una desviación estándar), en comparación con 19 puntos (una cuarta parte de una desviación estándar) entre los estudiantes que recibieron el currículo tradicional. El impacto fue particularmente fuerte en Buenos Aires, donde la diferencia entre los dos grupos fue de 34 puntos, es decir un tercio de la desviación estándar. En el caso de los dos modelos de ciencias, el cambio fue significativamente diferente del grupo de control solo en la provincia de Buenos Aires en el caso del CTC, y en Tucumán en el caso del PAC.

La educación de docentes indígenas en Brasil

La capacitación de docentes indígenas para poblaciones indígenas es todo un reto para varios de los países en ALC. Algunos de los esfuerzos más interesantes se están dando en el país en que se inventó el campo de las "etnomatemáticas": Brasil (D'Ambrosio 1985, 1999).

Un análisis reciente de los esfuerzos de capacitación docente realizado por el Instituto Socioambiental en el Parque Indígena Xingú destacó los desafíos planteados por la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales en los idiomas indígenas (Rodrigues Mendes 2001, 2005).

El Instituto Socioambiental llevó a cabo educación de docentes con 50 docentes indígenas de los 14 grupos indígenas que viven en el parque. Estos docentes no tenían experiencia previa con la escolaridad, situación común entre grupos indígenas en entornos del bosque lluvioso en toda Sudamérica. Este proyecto tomó la iniciativa de recoger y analizar evidencias referentes a las implicaciones pedagógicas de la relación entre las matemáticas y la lengua en contextos bilingües, con énfasis especial en las matemáticas y las ciencias naturales.

Los docentes indígenas estuvieron involucrados en el desarrollo de libros de texto de matemáticas en sus propios idiomas. Los retos de desarrollar estos libros fueron el énfasis de esta investigación etnográfica. La investigación no solo procuraba entender los desafíos culturales y lingüísticos claves que había que superar para desarrollar materiales didácticos eficaces, sino que también aspiraba a descubrir posibles puntos de apalancamiento que ayudaran a superarlos.

Como suele ocurrir con la investigación etnográfica, la generalización de los hallazgos a poblaciones enteras es problemática. Pero los ricos estudios de caso recogidos como parte del esfuerzo sirvieron para sugerir los importantes desafíos que afronta la educación en matemáticas y ciencias naturales en las poblaciones indígenas.

Las poblaciones indígenas alfabetizadas son, en su mayor parte, principalmente orales. El carácter oral de las interacciones diarias incluye la solución cotidiana de problemas matemáticos con componentes de representación de problemas, búsqueda de estrategias de solución, ejecución, solución y evaluación de la plausibilidad de los resultados. Estas prácticas no solo son extremadamente diferentes de la naturaleza principalmente escrita de las matemáticas escolares tradicionales, sino que también hacen que los que están aprendiendo tengan dificultad para reconocer problemas matemáticos escritos y trabajar con ellos. Por eso, los que aprenden en esas culturas confrontan desafíos especiales para comunicarse matemáticamente por escrito, que es un objetivo curricular común en la educación primaria y secundaria.

Las representaciones visuales (especialmente los dibujos, pero también los pictogramas y otros medios visuales) resultaron especialmente prometedoras para cerrar la brecha entre las prácticas cotidianas principalmente orales de estas poblaciones indígenas de Brasil y el énfasis de las escuelas en las matemáticas escritas. El simple hecho de

traducir las ideas matemáticas desde un idioma (en este caso el portugués) a la forma escrita de un idioma indígena no era suficiente. La pedagogía debe reconocer que la función de la escritura misma no es congruente de una cultura a otra, y que las figuras u otras estrategias de representación pueden transmitir más significado matemático que las palabras escritas, por muy buena que pueda ser la traducción.

Esas perspectivas son importantes, pero igualmente importante es el diseño del esfuerzo mismo de desarrollo profesional. Como parte de este esfuerzo, los investigadores deben recoger y analizar evidencias referentes a los sistemas de símbolos culturales, sus roles lingüísticos, y cómo estos plantean retos u oportunidades para el aprendizaje de destrezas en matemáticas y ciencias naturales. Al hacerlo así asegurarán que se identifiquen los obstáculos y oportunidades y que las lecciones aprendidas se apliquen a la extensión y refinamiento del esfuerzo de formación docente

Los mapas de avance de Chile: Currículo integrado basado en evidencias y diseño de políticas de exámenes Chile ha experimentado un proceso sostenido y constante de reforma educativa a partir de su retorno a un gobierno democrático (Aedo-Richmond y Richmond 1996; Arellano 2000; Cox 1999; Cox y Lemaitre 1999; Delannoy 2000; Ferrer 2004). A pesar de estos esfuerzos sostenidos, el mal desempeño de los estudiantes chilenos en las evaluaciones nacionales e internacionales ha dejado tanto al MDE como al público en general profundamente frustrados con el sistema educativo, y con la seguridad de que una simple reforma del currículo nacional no era suficiente para orientar el cambio. Muchos observadores creen también que el modelo de medición usado por el sistema nacional de evaluación (SIMCE, Sistema de Medición de la Calidad de la Educación) no está suficientemente alineado con el rumbo de política de las reformas recientes.

Por consiguiente, en el 2002, el MDE chileno comenzó una colaboración con el Consejo Australiano para la Investigación Educativa (ACER) (Forster y Valverde 2003)¹² para desarrollar un estándar particular de desempeño. Después de considerar varias opciones, el MDE optó por el desarrollo de estándares guiados por tres enfoques centrales: (i) promover el crecimiento y el aprendizaje, (ii) monitorear el crecimiento usando un marco explícito basado en evidencias, y (iii) establecer una arquitectura integrada de evaluación y currículos (Masters y Forster 1996).

El crecimiento o aprendizaje es un supuesto fundamental en la educación. La premisa es que los escolares avanzan en su aprendizaje con el paso del tiempo y al pasar por los niveles de grado. A pesar de la centralidad de esta filosofía y su aceptación por la mayoría de los actores del sistema educativo, es difícil formular una definición operacional

¹² Gilbert Valverde, coautor de esta reseña, no desempeñó papel alguno en este proyecto de colaboración.

del aprendizaje. El continuum de aprendizaje en matemáticas y ciencias naturales puede comenzar con el simple razonamiento relacional, el descubrimiento y la descripción de patrones, y el deseo por investigar. Pero, ¿cuáles son los hitos que marcan el avance desde esos inicios hasta la capacidad de usar el análisis matemático para resolver problemas prácticos en la ingeniería? ¿O hasta la consideración crítica de la evidencia al tomar decisiones informadas acerca de si apoyar o no un proyecto de minería en la propia comunidad? El desafío de trazar mapas y ubicar a los estudiantes a lo largo de un continuum explícito de aprendizaje es claramente desconcertante. Es aquí donde entra en acción la segunda idea central de los Mapas de Avance chilenos.

El medir el crecimiento contra un marco explícito arroja resultados mucho más exactos que el tratar de hacerlo contra un continuum. Como con la mayoría de los esfuerzos de refinamiento, extensión o incluso reforma del currículo en ALC, el modelo ACER que se siguió en Chile comenzó con un examen del currículo existente. Pero hay dos características fundamentales que colocan los esfuerzos de Chile fuera de las prácticas comunes de la región. La primera fue el intento de identificar la progresión de hitos a lo largo de años y grados, que estaba implícito en el currículo. La segunda fue un alejamiento todavía más radical de la práctica común en ALC: un esfuerzo concertado por diseñar estándares basándose principalmente en evidencias de lo que los estudiantes chilenos logran en la escuela. Así, los hitos en los mapas de avance para las matemáticas quedan ilustrados con el trabajo real de los estudiantes para proveer imágenes visuales concretas para cada nivel meta. Puesto que los marcadores a lo largo del continuum de aprendizaje están establecidos claramente y sin ambigüedad, los diversos actores (docentes, estudiantes, padres de familia y el MDE) tienen referentes claros y realizables del aprendizaje estudiantil para orientar su trabajo. Y como esos referentes están fundamentados en evidencias recabadas de las aulas chilenas, es posible definir claramente qué se quiere decir con "rendimiento" en cada uno de los hitos y, lo que es quizá más importante, mostrar que son posibles niveles altos de rendimiento.

El tercer concepto clave que está detrás de los mapas de avance marca un alejamiento sustancial respecto a la práctica común en ALC. Los mapas de avance están diseñados para servir tanto a las necesidades de los estudiantes y sus docentes como a las del sistema nacional de evaluación; por eso funcionan como un marco común de medición, tanto para la evaluación en el aula como para la del sistema. Esto permite que ambos tipos de evaluación tengan un enfoque de desarrollo respecto a la educación en matemáticas y ciencias naturales: es decir, ambos pueden proveer retroalimentación formativa sobre el avance de los estudiantes en función de su tránsito a lo largo de una trayectoria de

aprendizaje sin socavar la función formativa de la evaluación en el aula y el énfasis que la evaluación sistémica pone en la rendición de cuentas.

Este esfuerzo todavía está en camino en Chile; solo recientemente se han completado estos mapas de avance para todas las asignaturas escolares en preprimaria, primaria y secundaria, y el sistema nacional de pruebas sigue en el proceso de desarrollar las capacidades técnicas para usarlas (Unidad de Currículum y Evaluación 2010). Por lo tanto, todavía no es posible evaluar el impacto de estas innovaciones en Chile. Aún así, una de las mayores fortalezas de este esfuerzo es que la evaluación está integrada en el diseño. todos los elementos de los mapas de avance están ligados con un conjunto de nuevos instrumentos de prueba que medirán hasta qué punto se logran los hitos de aprendizaje. Esta es una de las poquísimas ocasiones en la región en que la integridad de los instrumentos de evaluación ha sido abordada en forma completa y rigurosa para asegurar un alto estándar en probar hasta dónde funciona la innovación.

Una intervención en matemáticas en la República Dominicana, basada en evidencias y que recoge evidencias

En 2009, la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM), con apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), inició una intervención en la enseñanza de las matemáticas (y de lectura y escritura) en la escuela primaria, en varios distritos escolares de la República Dominicana. El componente de matemáticas en este proyecto, llamado el Programa de Escuelas Eficaces, representó un alejamiento, en algunas áreas claves, de las prácticas comunes en gran parte de la región ALC.

Como con muchas otras intervenciones, el proyecto se centró en capacitar a los docentes en la enseñanza de las matemáticas, usando un modelo que incluía capacitación en las aulas, tutoría a los docentes en sus aulas, el uso de libros de texto recién diseñados, el ofrecer a los docentes libros y estrategias de planificación, el proveer sugerencias metodológicas, el modelar respuestas que proveen a los estudiantes una retroalimentación constructiva y precisa, y el desarrollo de comunidades para el aprendizaje de los docentes. Pero había dos rasgos que colocaban al proyecto por aparte de otras intervenciones. Primero, los libros de texto de los estudiantes y los materiales de capacitación de docentes se basaban en evidencias del rendimiento en las matemáticas y oportunidades de aprender, recogidas en un estudio longitudinal de cuatro años de la educación en matemáticas en una muestra nacional de escuelas primarias dominicanas. La investigación se usó como fundamento principal de todas las perspectivas pedagógicas y didácticas propuestas en el

modelo para la capacitación y apoyo a los docentes, el diseño de libros de texto y los planes de evaluación y monitoreo.

Segundo, el monitoreo y evaluación del diseño tenía lugar desde antes de la implementación del proyecto, el cual podría entonces incorporar los resultados de esas evaluaciones: por ejemplo, en cada uno de los distritos en que se estaba efectuando el proyecto, las escuelas fueron asignadas aleatoriamente a los grupos de "intervención" y "control" para posibilitar evaluaciones más sólidas del impacto del programa. Además, se usó la evidencia empírica para determinar y monitorear los indicadores de calidad; para corregir, ampliar y refinar las acciones pedagógicas; y para juzgar rigurosamente las fortalezas y debilidades del programa. Era un modelo que se proponía superar las perspectivas educacionales basadas en ideologías, modas, eslóganes o folclor.

El componente de monitoreo y evaluación estaba integrado en todo el programa, proveyendo información y retroalimentación oportunas, válidas y confiables en cuanto a su impacto y ayudando en el refinamiento y ampliación de su capacitación, recursos educativos y otros componentes.

Durante recientes repasos de prioridades se ha echado mano de estos recursos de información para observar los impactos de estas iniciativas educacionales en la región (Navarro y otros 2000; Comité de Asistencia al Desarrollo 1999; Valverde 1997). Más aún, el desarrollo de estos tipos de indicadores es uno de los objetivos estratégicos de la oficina regional de USAID en ALC (USAID 2002).

El diseño de evaluación presentado aquí se basó sobre la experiencia del Consorcio para la Investigación sobre la Evaluación Educacional (EERC), que recibió apoyo previo de la USAID (Valverde y otros 2007) en forma de instrumentos de prueba, encuestas, muestreo y procedimientos de campo. En una reciente revisión de las políticas educativas en la República Dominicana, realizada por la OCDE, se citó el EERC como una fuente primaria de información de calidad sobre los resultados de la educación primaria en matemáticas y comprensión de lectura (OCDE 2008). El componente de evaluación en este programa comprende tres líneas primarias de trabajo: pruebas a los estudiantes, pruebas a los docentes, y encuestas a los administradores escolares.¹³

La evaluación del aprendizaje estudiantil en matemáticas usa pruebas calibradas y escaladas q para hacer su comparación con instrumentos de evaluación anteriores usados en tercero y cuarto grados, lo cual hace posible que el proyecto monitoree el crecimiento estudiantil desde primero hasta cuarto grado usando una escala vertical común. El uso de

¹³ En aras de una plena transparencia, Gilbert Valverde, coautor de la presente reseña, fue investigador principal y director del EERC. Pero es el líder del equipo externo de evaluación que está evaluando el impacto de este programa en la intervención de educación en matemáticas que aquí se describe.

procedimientos modernos en la equiparación de pruebas, y el establecimiento de una escala vertical común para reportar el aprendizaje a través de un contínuum desde primero hasta cuarto grado, representan alejamientos de la práctica común en ALC en las pruebas, el monitoreo y la evaluación.

Lo que es incluso más notable trascendente, el proyecto evalúa anualmente a los docentes así como a los estudiantes. Se lleva un rastreo de los docentes a lo largo del tiempo, y la información sobre sus conocimientos y destrezas matemáticas se vinculan con otros datos, especialmente los resultados de los exámenes hechos a los alumnos de sus aulas (pero también observaciones de clase, notas de supervisores, etcétera). El componente de evaluación de los docentes en el plan de monitoreo y evaluación rastrea el impacto que tiene sobre los estudiantes el crecimiento de los docentes; provee información continua sobre las fortalezas y debilidades de los docentes, lo cual contribuye al refinamiento y ampliación del programa de capacitación docente; y ayuda a los supervisores a desarrollar estrategias individualizadas para ayudar a superar las debilidades de los docentes.

Los dos métodos arriba esbozados (evaluación de docentes y estudiantes) comparten varias características técnicas que no se observan con frecuencia en la educación en matemáticas y ciencias naturales en la región. Lo que quizás sea lo más importante es que su diseño longitudinal le posibilita al proyecto monitorear el crecimiento, el cambio y el aprendizaje a lo largo de los años. Todos los estudiantes, docentes y administradores escolares son rastreados, y además los estudiantes son vinculados con sus docentes y administradores escolares. El modelo permite una cohorte sintética anual de evaluaciones en la cual los resultados desde primero hasta cuarto grado son reportados en la misma escala.

Estos esfuerzos por usar la evidencia como punto de partido para el diseño, y por integrar esta recolección y análisis de evidencias para refinar todos los componentes del programa (por ejemplo los libros de texto, los módulos de capacitación docente, el desarrollo de materiales didácticos), están dando fruto. Las evaluaciones recientes (Luna, Valverde y Roncagliolo 2009) han demostrado el impacto positivo de este programa sobre el aprendizaje estudiantil de las matemáticas. Las inferencias referentes al impacto son sólidas, gracias a la asignación aleatoria de las escuelas a los grupos de tratamiento y comparación, y a las cualidades psicométricas superiores de estas pruebas.

La promoción de destrezas de indagación en México

La indagación es una de las áreas más descuidadas de la educación científica en ALC, lo cual es paradójico puesto que las disciplinas científicas sobre las cuales se basa la asignatura escolar de ciencias son sistemas de indagación empírica. Los estudiantes rara vez tienen la oportunidad de llevar adelante indagaciones sostenidas y ricas en ciencias, y el aprendizaje basado en la indagación no es un área que típicamente reciba atención en los programas de capacitación docente. Esto es especialmente válido en la preparación de docentes generales de escuela primaria.

En México, una serie de esfuerzos recientes intentan fortalecer el énfasis de la indagación en la educación en ciencias. Vamos a considerar dos de estos esfuerzos:

- SEVIC (Sistema de Enseñanza Vivencial Indagatoria de la Ciencia). Un proyecto llevado a cabo en colaboración entre la Fundación México-Estados Unidos para las Ciencias (FUMEC) y la ONG Innovación en Educación Científica (INNOVEC 2010).
- Las Ciencias en tu Escuela. Un proyecto realizado por la Academia Mexicana de Ciencias, con apoyo del MDE.

A primera vista, estos dos proyectos podrían parecer más de lo mismo, pues su propósito es impulsar la enseñanza constructivista de las ciencias. Lo que es diferente es que han asumido el desafío de poner en acción esta perspectiva teórica, usando una serie de actividades pedagógicas concretas para refinar y ampliar la curiosidad natural de los niños en la indagación científica.

Las actividades están diseñadas para promover oportunidades educativas eficaces y significativas; los estudiantes usan una variedad de herramientas científicas para llevar a cabo investigaciones en varias disciplinas científicas. El modelo pedagógico comprensivo que sigue el SEVIC incluye el desarrollo curricular, el desarrollo profesional para docentes, la evaluación en clase, los lazos con la comunidad, y una serie de materiales didácticos diseñados especialmente.

Este énfasis en la indagación es totalmente congruente con la definición de matemáticas y ciencias naturales que se usa en la presente reseña. Con demasiada frecuencia, el conocimiento básico de las matemáticas y ciencias naturales se interpretan como si denotaran destrezas bastante superficiales y elementales. Pero en realidad las matemáticas y ciencias naturales son bastante complejas desde el punto de vista cognitivo, y las destrezas allí implícitas son altamente valoradas en la economía mundial. Las matemáticas y ciencias naturales se centran en las propias capacidades para reconocer situaciones problemáticas, representarlas matemática y/o científicamente, recoger y

analizar evidencias, y luego actuar o tomar una decisión. Aunque lamentablemente no encontramos ninguna evaluación del programa SEVIC, observamos que el trabajo se basa en extensas publicaciones sobre el rol de la indagación en la educación en ciencias. También es innovador por el modo en que toma la teoría constructivista y la traduce en metas realizables para docentes y estudiantes.

Las ciencias como indagación se subrayan por igual en el programa "Las Ciencias en tu Escuela"; sin embargo, en este caso el énfasis principal se pone sobre los docentes como personas que están aprendiendo. Docentes de escuela primaria y secundaria participan en un programa sostenido de diploma diseñado para mejorar sus conocimientos y destrezas en ciencias, a la vez que se les vincula con investigadores científicos activos en México. Aunque, una vez más, no se identificaron evaluaciones del impacto de este programa sobre el aprendizaje de los docentes o de los estudiantes, ciertas investigaciones en los Estados Unidos sugieren que su enfoque es prometedor (Anderson 1993; Loucks-Horsley y otros 2003). Una finalidad muy importante es la de explorar formas de vincular a los científicos investigadores y los docentes de ciencias en las escuelas. Esto no solo provee típicamente a los docentes un mejor entendimiento de la investigación científica y de los hallazgos recientes, sino que les ayuda a desarrollar actividades y materiales didácticos que pueden usar en el aula. Sin embargo, es preocupante el hecho de que el programa no parece incluir un componente riguroso de monitoreo y evaluación.

En muchos casos, la retroalimentación positiva de los docentes y el continuo interés de los científicos investigadores conducen a proyectos de mayor alcance. Dada la evidencia internacional de que el incluir a los científicos en el desarrollo profesional de los educadores en ciencias impacta positivamente los resultados en esa materia, parece haber potencial de éxito en esta iniciativa mexicana.

Proyectos similares a "Las Ciencias en tu Escuela" suelen involucrar a los propios estudiantes en colaboraciones con científicos que están ejerciendo como tales, y esto ha demostrado ser eficaz, no solo para ayudar a los niños y jóvenes a entender las ciencias como sistema de indagación disciplinada, sino también para estimular el interés en carreras relacionadas.

Una colaboración exitosa entre agencias en Panamá

"Hagamos Ciencias" es una colaboración exitosa entre el MDE, el Secretariado Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT) y el BID. El SENACYT reunió a las tres instituciones con la intención de crear un programa para hacer que el motor del aprendizaje fuera la indagación y no la memorización rutinaria. El empuje para ese nuevo modo de

enseñar ciencias en Panamá comenzó en 2006 en respuesta a los resultados decepcionantes del Cuestionario de Opinión sobre Ciencias, Tecnología y Sociedad (COCTS), que encuestó a 500 docentes de matemáticas y ciencias naturales. Los docentes de ciencias obtuvieron notas tan bajas como los de humanidades en las pruebas de matemáticas y ciencias.

Como un primer paso, el SENACYT desarrolló cuatro módulos —circuitos eléctricos, química de alimentos, ecosistemas, y la naturaleza de la materia— para acercar a los estudiantes las ciencias basadas en la indagación. Los módulos incluían conceptos complejos que los estudiantes podían desarrollar basándose en las capacidades que ellos mismos habían traído al aula. El proyecto se inició en pequeña escala en 30 escuelas primarias, pero el programa se expandió rápidamente y para el 2010 ya abarcaba 13 de las 15 regiones de Panamá, beneficiando a unos 80.000 estudiantes y 3.200 docentes en 210 escuelas. Los docentes que participan reciben 40 horas de capacitación por año sobre cómo introducir la indagación a la dinámica del aula.

Comenzando con la premisa de que uno no puede enseñar lo que no sabe, la capacitación de los docentes está en el centro mismo de Hagamos Ciencias; 150 docentes al año están recibiendo 192 horas de capacitación en ciencias naturales, con miras a obtener un diploma universitario. Para crecer profesionalmente y para poder introducir con eficacia en el aula el aprendizaje basado en la indagación, muchos docentes también reciben ayuda práctica y asesoría por parte de un grupo de facilitadores de ciencias. Los facilitadores son docentes de ciencias que han completado un programa de postgrado de un año en aprendizaje basado en la indagación, que proveen la Universidad Tecnológica de Panamá y la Universidad de Panamá. De los docentes de ciencias que ayudaron a desarrollar el programa universitario, 81 trabajan ahora como facilitadores, apoyando a los otros docentes del programa por medio de reuniones semanales de seguimiento y tutorías.

Otro aspecto central del programa es el involucramiento comunitario. Un paso importante para generar un apoyo más amplio por parte de la comunidad ha sido el establecer el apoyo por parte de los padres de familia mediante organizaciones locales de docentes y padres. Las escuelas participantes han organizado presentaciones y reuniones de padres y docentes, y han incluido a representantes de los padres de familia en mesas redondas. Estas actividades de extensión han ayudado a crear una alianza de padres involucrados y dedicados que generan entusiasmo por el programa en sus comunidades.

En el 2009, la responsabilidad general por el programa fue transferida del SENACYT al MDE; ahora el SENACYT funge como observador externo y asesor. En toda la ejecución del programa, la cercana colaboración entre ambas entidades ha ayudado tanto a impulsar sus actividades cotidianas como a mantener una visión general. Los resultados de la

evaluación indican mejoras en el aprendizaje entre los estudiantes de tercer grado en todo el país, y entre estudiantes de otros grados en algunas regiones. Está pendiente una evaluación cualitativa que ayude a explicar los resultados cuantitativos.

Perspectiva comparativa

Sobre la base de estos y otros estudios de caso, encontramos varias consideraciones importantes para los rumbos futuros en la educación en matemáticas y ciencias naturales.

En primer plano está el uso de evidencias: el fundamentar los esfuerzos en investigaciones válidas y confiables incrementa su potencial para el éxito. De hecho, la evaluación es necesaria si queremos valorar si una intervención es exitosa o no. Por mucho que esa afirmación parezca una afirmación trivial, la realidad es que esta reseña y otras observaciones en ALC han encontrado repetidas veces que las evaluaciones con frecuencia se quedan sin hacer, se efectúan mecánicamente para cumplir requisitos de donantes o de otras agencias cooperantes, o se hacen deficientemente. Todos estos tropiezos indican un interés limitado en la evidencia como base para la toma de decisiones en ALC, condición lamentable que no comparten las iniciativas educativas en las otras regiones del mundo.

Otra conclusión es el valor de reconocer a los docentes —y no solo a los estudiantes— como aprendices activos que enfrentan sus propios desafíos pedagógicos especiales. Irónicamente, muchos países que están realizando modelos sociales-constructivistas de la educación en matemáticas y ciencias naturales están desplegando una plétora de sesiones de desarrollo profesional a corto plazo, superficiales y de estilo magistral para apoyar a los educadores. Los docentes mismos requieren oportunidades ricas y significativas para involucrarse y explorar las matemáticas y la pedagogía de las matemáticas como aprendices activos. Una vez más, el uso de las evidencias es la clave. Tal vez haya en ALC una reticencia comprensible a evaluar el conocimiento matemático de los docentes, pero en aquellas pocas ocasiones en que esas pruebas se hacen, invariablemente aprendemos que es de suma importancia medir la eficacia de los proyectos que están en marcha. Casi todas las actuales intervenciones en matemáticas y ciencias naturales —sean de nivel macro, mediano o micro— han revelado que los docentes necesitan aprender a hacer las cosas de un modo diferente o a hacerlas mejor, pero la mayoría de las intervenciones no identifican claramente metas de aprendizaje para los docentes, y son aún menos las que usan medios válidos y confiables para monitorear si esas metas se están logrando o no.

Un área que está recibiendo merecida atención es el proceso de indagación. Las matemáticas y ciencias naturales, en su concepción contemporánea, no son simplemente un

conjunto de destrezas básicas o de hechos discretos para memorizar, por muy importantes que estas cosas puedan ser como cimientos. Las matemáticas y ciencias naturales son una herramienta para la acción; son un instrumento para la solución de problemas y la toma de decisiones. Los esfuerzos por desarrollar destrezas de indagación en estudiantes y docentes subrayan el componente activo de las matemáticas y ciencias naturales, y hacen avanzar la educación en matemáticas y ciencias naturales hacia el siglo veintiuno.

Tal vez donde más obvia se hace la naturaleza de las matemáticas y ciencias como herramienta es al confrontar los desafíos transculturales que plantea la educación bilingüe e indígena. Las prácticas de matemáticas y ciencias naturales forman parte de la cultura y del idioma, y los currículos de matemáticas y ciencias —para poder tener éxito en contextos indígenas— deben proceder a partir de un entendimiento de las prácticas de matemáticas y ciencias que los estudiantes y niños han adquirido en su lengua materna y su cultura nativa.

Las colaboraciones en la educación en matemáticas y ciencias naturales se destacan como un instrumento para agregar valor a la educación en estas materias. Una piedra angular de varias iniciativas es el enfoque de “escuela integral” que se centra en un sistema escolar entero y procura persuadir no solo a los docentes, sino también a los directores, administradores escolares y miembros de juntas escolares en cuanto al valor de la educación en matemáticas y ciencias naturales. Algunos programas van un paso más allá y apuntan a involucrar a grupos comunitarios que tienen un interés natural en la educación de alta calidad en matemáticas y ciencias. Un primer paso es el involucramiento de las asociaciones de padres de familia. Los padres pueden servir de defensores y ayudar a conectar con diferentes actores —empresas, museos, instituciones académicas y otros grupos— que pueden ayudar a traer el mundo real al aula de matemáticas y ciencias.

De cara a las brechas pedagógicas que prevalecen, un factor común a todas las iniciativas mencionadas es un sólido componente de desarrollo profesional. Las actividades que se ofrecen para capacitar a los docentes en servicio varían ampliamente. Ciertas formas de capacitación implican una exploración extensa de todas las dimensiones del aprendizaje basado en la indagación, desde la teoría constructivista hasta las conversaciones acerca de la gestión del aula. En otros casos, como el de CTC, el énfasis se pone en la indagación más práctica; los docentes simplemente reciben la misma lección que ellos mismos van a impartir a sus alumnos. En algunos casos, la instrucción del docente se complementa con asistencia práctica de docentes más experimentados o expertos pedagógicos. El impacto de los diferentes enfoques es poco claro; se necesitaría una investigación comparativa adicional con el fin de recomendar un enfoque de capacitación de docentes por encima de otros.

Estas perspectivas, combinadas con la evaluación de la condición actual de la educación en matemáticas y ciencias naturales en ALC que se presentó en la primera sección de este informe, configuran juntas el marco de acción propuesto en la sección siguiente y final.

VI. Discusión y recomendaciones

Esta reseña indica que la calidad de la educación en matemáticas y ciencias naturales en la región de ALC merece seria atención. Aunque las razones específicas de inquietud difieren de un país a otro, en muchos casos las evidencias disponibles indican que los niveles promedio de conocimiento y destreza en matemáticas y en las áreas clave de las ciencias naturales están por debajo de las aspiraciones de las políticas educativas locales, y sustancialmente por debajo de los niveles promedio obtenidos en los sistemas educacionales de socios económicos importantes fuera de la región.

Si bien existe la evidencia de la baja calidad de la educación en matemáticas y ciencias, en ALC se han realizado pocas evaluaciones rigurosas que sirvan de base para cómo se podría remediar este problema. Aprovechando algunos nuevos enfoques prometedores, así como evidencias de investigaciones de otras regiones, esta sección comenta las implicaciones de política de nuestros hallazgos y presenta un marco para la acción. El marco está organizado en torno a cuatro prioridades para futuros esfuerzos en la educación en matemáticas y ciencias naturales en ALC: (i) metas educativas y estándares de contenido; (ii) políticas curriculares y materiales; (iii) los docentes y las prácticas pedagógicas; y (iv) intervenciones basadas en evidencias. Estas prioridades tienen la intención de avanzar una conversación referente a futuros rumbos, estrategias y programas en matemáticas y ciencias naturales.

Metas educativas y estándares de contenido

Las metas y estándares de contenido en matemáticas y ciencias naturales en ALC frecuentemente son discordantes con respecto a la creciente necesidad global de destrezas y conocimientos para el siglo veintiuno. Esto limita las oportunidades de aprendizaje para los estudiantes, y pone un techo innecesario a su posible logro. A medida que crece la exigencia de una sociedad con más conocimientos matemáticos, resulta crucial lo siguiente:

Abandonar el uso de las metas y estándares en la educación en matemáticas y ciencias que se limitan al desarrollo de la siguiente generación de matemáticos y científicos naturales. La educación en matemáticas y ciencias naturales debería servir al doble objetivo de proveerles a todos los estudiantes una base en el conocimiento numérico científico, y al

mismo tiempo suscitar interés por las carreras que involucran las matemáticas y las ciencias naturales.

Apoyar el rigor disciplinario en las metas de matemáticas y ciencias naturales en las intervenciones, demostrando la significación del contenido y las destrezas que se van a enseñar. ¿Cuánta importancia tienen los conocimientos y destrezas en matemáticas y ciencias? ¿Cuál es la evidencia para esta calificación? Estas son preguntas clave a las cuales cualquier estrategia de matemáticas y ciencias debería proveer respuestas explícitas. Es importante reconocer que el rigor y la significación solo pueden ser definidos por las necesidades específicas de las poblaciones de personas que aprenden. La significación no es una propiedad inherente de las metas de matemáticas y ciencias por sí mismas, sino más bien una característica de su relación con necesidades específicas de quienes aprenden. Un aspecto del rigor, en las tendencias recientes en la educación en matemáticas y ciencias, es el uso de un enfoque de indagación en cuanto a la enseñanza y el aprendizaje. Los enfoques rigurosos de la enseñanza y el aprendizaje, basados en la indagación, deberían usarse no solo al trabajar con escolares y jóvenes, sino que son fundamentales también para el desarrollo profesional de los docentes.

Juzgar las metas en la educación en ciencias naturales frente a un estándar de verificabilidad. Los docentes, estudiantes, oficiales de programas y otros actores deberían entender claramente cómo confirmar (o no confirmar) que se ha alcanzado un objetivo en matemáticas y ciencias naturales. Además, unas metas claras y realizables deberían guiar a los docentes, a los estudiantes, a los autores de libros de texto y de materiales didácticos, a los evaluadores y a otros actores y agencias claves. El uso de esas metas para alinear los esfuerzos puede fortalecer los vínculos entre la intención, la implementación y los resultados.

Promover a nivel internacional la fijación de referentes en cuanto a metas, estrategias y técnicas. Los esfuerzos de ALC por superar las limitaciones de visiones estrictamente localistas de lo que es posible en la educación en matemáticas y ciencias naturales deberían ser apoyados y ampliados. Los proyectos que fijan referentes para sí mismos frente a estrategias, metas o datos de otros países van a fortalecer la educación en matemáticas y ciencias naturales en la región.

Política curricular y materiales

Los currículos y materiales en matemáticas y ciencias naturales frecuentemente no incluyen todo el contenido especificado en las metas y estándares nacionales de matemáticas y ciencias naturales. Después de examinar las metas y estándares, también es necesario

revisar los currículos y materiales de matemáticas y ciencias naturales para asegurar que provean a los docentes un mapa de cómo traducir las metas y estándares en actividades concretas en el aula. Para alcanzar este fin, los que trazan las políticas deberían:

Propiciar una perspectiva de las matemáticas y ciencias naturales (*numeracy perspective*), favoreciendo intervenciones y políticas que exploten las complementariedades entre la educación en matemáticas y las ciencias. Una perspectiva de matemáticas y ciencias naturales subraya los factores en común entre las matemáticas y las ciencias como herramientas de indagación, resolución de problemas y toma de decisiones. Esto subyace a un número de perspectivas modernas sobre las destrezas del siglo veintiuno en la educación en matemáticas y ciencias naturales, incluyendo las de los programas de prueba de la OCDE y la IEA. Esas complementariedades, por otro lado, rara vez reciben atención en los currículos tradicionales de ALC, que tienden a apegarse a la historia de las distintas asignaturas o materias; se considera que las matemáticas, las ciencias naturales y otras asignaturas son en gran medida separadas y autocontenidas. Relacionada con eso, una falta de atención a varias áreas de las matemáticas —incluyendo la geometría, las mediciones y la representación y análisis de datos elementales— suele impedir la comprensión de las ciencias naturales a nivel de primaria. Si bien la lectura, la escritura y algunos elementos de matemáticas y ciencias han sido incluidos entre los contenidos y destrezas transversales (llamados frecuentemente “ejes transversales” en los currículos de ALC), hay una falta de propuestas operacionales sobre cómo trabajar con ellos. Las iniciativas que aborden este punto ayudarán a impulsar las nacientes tendencias en el currículo de matemáticas y ciencias naturales en la región.

Apoyar los programas que se centran en progresiones de aprendizaje o trayectorias en matemáticas y ciencias naturales. Una perspectiva de progresión de aprendizaje, trayectoria o mapa de avance es extremadamente útil para los docentes, los estudiantes y otros actores claves en el sistema educativo. La mayoría de las metas programáticas existentes son estáticas y no hacen ningún intento por alentar la filosofía del crecimiento, que es el fundamento del concepto de aprendizaje. El encontrar los programas que incorporen esta perspectiva, y que tengan otras fortalezas técnicas, puede ayudar a impulsar una educación eficaz en matemáticas y ciencias naturales.

Complementar la actual confianza excesiva en los libros de texto apoyando el uso incrementado de otros materiales curriculares cuidadosamente seleccionados, incluyendo guías para el docente, libros de recursos, libros de trabajo, videocintas y discos, software y kits de equipo. La indagación práctica se puede introducir en el aula de ciencias naturales y matemáticas por medio de un amplio espectro de diferentes materiales curriculares. La

técnica más prometedora parece ser estructurar el currículo en torno a módulos que se centren en diferentes áreas de la educación en matemáticas y ciencias naturales. Los diferentes módulos introducen conceptos que están conectados a través de niveles de grado sucesivos para profundizar progresivamente la comprensión del pensamiento y los procesos científicos. Los módulos también proveen destrezas complementarias en matemáticas y ciencias naturales.

Promover políticas curriculares que procuren explícitamente atraer el interés de las muchachas y otros grupos tradicionalmente subrepresentados en la educación en matemáticas y ciencias naturales. Basándose en la literatura de investigaciones internacionales que muestra las claras diferencias de género en los resultados estudiantiles en la educación en matemáticas y ciencias naturales, los países con grandes brechas de género en el aprendizaje de las matemáticas y ciencias naturales necesitan desarrollar currículos de matemáticas y ciencias naturales que aspiren a influenciar positivamente el compromiso de las muchachas en las matemáticas y las ciencias. Hay que abordar de modo similar las oportunidades de aquellos estudiantes que no hablan los idiomas nacionales principales o que están fuera de las etnias nacionales más privilegiadas.

Proveerles a los docentes todos los suministros necesarios para implementar currículos de matemáticas y ciencias naturales. Para asegurar que los currículos se implementen en su totalidad, los docentes no deben ser considerados responsables por recolectar y financiar los suministros. Los distritos escolares o las escuelas individuales deben asegurar la disponibilidad de todos los suministros y materiales impresos. Considerando los altos costos de los laboratorios, algunos países pueden encontrar más factible crear sistemas de materiales basados en el aula (como en el proyecto piloto para el Mejoramiento en la Educación en Ciencias Naturales y Matemáticas en Argentina) o unidades móviles que puedan traerse al aula durante las lecciones de matemáticas y ciencias naturales. Los costos se pueden disminuir adquiriendo materiales, tales como kits de ciencias, que tengan usos múltiples (por ejemplo en diferentes módulos de matemáticas y ciencias naturales).

Los docentes y las prácticas pedagógicas

Incluso a nivel de secundaria, las clases de matemáticas y ciencias naturales en la región suelen ser impartidas por docentes que carecen de especialización en esas disciplinas. Los modelos pedagógicos generalmente se centran en la transmisión de contenidos y tienden a hacer caso omiso del desarrollo del razonamiento científico y matemático. Los gobiernos en toda la región necesitan reconocer que la enseñanza es importante, apoyando los esfuerzos

por fortalecer en los docentes las destrezas y conocimientos para la enseñanza de las matemáticas y ciencias naturales. Los docentes han adquirido sus conocimientos de matemáticas y ciencias naturales en los mismísimos sistemas educativos que afrontan problemas en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y ciencias naturales. Los déficits de aprendizaje resultantes no se superan eficazmente en la mayoría de los programas de capacitación docente. Se requieren inversiones de gran escala en la capacitación docente para asegurar que los docentes en toda la región sean capacitados apropiadamente. Las iniciativas para abordar las necesidades de aprendizaje de los docentes deberían:

Promover el pensamiento divergente en el aula. La práctica de la memorización de fórmulas es una parte bien establecida de la enseñanza de matemáticas y ciencias naturales en la región. Si bien esa computación automática es necesaria para que los estudiantes se concentren en el razonamiento numérico y la solución de problemas complejos, los docentes también deben saber cómo ir más allá de los aspectos de mero procedimiento de las matemáticas y ciencias naturales para abordar conceptos más significativos. Los docentes necesitan aprender cómo animar a los estudiantes a buscar soluciones alternas para resolver el mismo problema y analizar la idoneidad de diferentes estrategias. Esto se puede hacer en los grados inferiores por medio del uso de imágenes, explicaciones y gestos.

Enfatizar la necesidad de integrar en el proceso de enseñanza la evaluación de los estudiantes. Los docentes que continuamente evalúan a los estudiantes pueden aprender a ajustar su estilo de enseñanza para abordar las discrepancias entre los ciclos de enseñanza y aprendizaje. También puede ayudar a los estudiantes a usar las evaluaciones como una herramienta para entender sus estilos individuales de aprendizaje, sus fortalezas y lagunas de aprendizaje.

Proveer evidencias de que el modelo de capacitación docente es eficaz para involucrar a los adultos como aprendices activos. Para que esto suceda es necesario superar la reticencia regional a llevar a cabo pruebas cognitivas de los docentes. En palabras sencillas, los estudios de la satisfacción de los docentes con las experiencias de capacitación no pueden proveer información acerca de si ellos han aprendido o no. Las pruebas escritas son tan importantes para los docentes como lo son para los estudiantes.

De cara a la escasez de docentes con capacitación avanzada en matemáticas y ciencias naturales, a plazo inmediato los sistemas educativos necesitan hacer un mejor uso del conjunto limitado de los docentes especializados en matemáticas y ciencias naturales, usándolos como líderes y mentores para otros docentes.

Intervenciones basadas en evidencias

La falta de un enfoque basado en evidencias para el diseño educacional es una de las debilidades más profundas de la educación en matemáticas y ciencias naturales en ALC, y es una que requiere un esfuerzo concertado para ser superada. Otras formas de fundamentación (por medio de la teoría, el alineamiento con directrices políticas del gobierno, etcétera) también pueden ser necesarias, pero si suprimen la evidencia empírica, la probabilidad de fracaso es alta. También hay razón para cuestionar las intervenciones o iniciativas que esquivan un enfoque basado en evidencias, porque su compromiso con el uso de evidencias en la evaluación y el monitoreo también tiene probabilidad de ser débil. Para asegurar que los programas, intervenciones y políticas de matemáticas y ciencias naturales estén bien fundamentados, es esencial lo siguiente:

Exigir que los instrumentos de política especifiquen cómo es que se va a recoger, analizar y usar la evidencia empírica para refinar y mejorar las intervenciones. ¿Cómo es que el programa va a aprender de sus fortalezas y debilidades? Esto debe estar claramente estipulado en el diseño de cualquier intervención. Las iniciativas que claramente priorizan el aprender de las evidencias tienen también mucho mayor probabilidad de tener un fuerte compromiso con estándares rigurosos de evaluación y monitoreo.

Cerciorarse de que todas las intervenciones en matemáticas y ciencias naturales sean evaluadas con métodos rigurosos y de que la evaluación forme parte del diseño de intervención. La evaluación no puede ser ni algo que se piensa a posteriori ni un ejercicio mecánico que se hace por cumplir, si se quiere que sea útil. Hay criterios pedagógicos y disciplinarios que rigen naturalmente las metas de contenido y destrezas en matemáticas y ciencias naturales que una iniciativa se propone buscar. Asimismo, hay estándares profesionales que deben regir las prácticas de evaluación y monitoreo; nada se puede aprender de una iniciativa que no es evaluada. Aunque el diseño experimental es el estándar idóneo, se podrían usar otros diseños rigurosos basados en evidencias, incluyendo por ejemplo los diseños cuasi-experimentales.

Referencias

- Academia Mexicana de Ciencias. 2010. La ciencia en tu escuela. <http://www.lacienciaentuescuela.amc.edu.mx/>.
- Achieve, Inc. 2010. Taking the Lead in Science Education: Forging Next-Generation Science Standards. International Benchmarking Report. Washington, DC: Achieve, Inc.
- Aedo-Richmond, Ruth y Mark Richmond. 1996. "Recent Curriculum Change in Post-Pinochet Chile." *Compare: A Journal of Comparative Education* 26 (2): 197–215.
- Agudelo-Valderrama, Cecilia, Barbara Clarken y Alan J. Bishop. 2007. "Explanations of Attitudes to Change: Colombian Mathematics Teachers' Conceptions of the Crucial Determinants to their Teaching Practices of Beginning Algebra." *Journal of Mathematics Teacher Education* 10: 69–93.
- Aguilar, R., Á. Miguel y Diana Flores Vázquez, eds. 2009. El aprendizaje en tercero de secundaria en México: Informe sobre los resultados del Excale 09, aplicación 2008 Español, Matemáticas, Biología y Formación cívica y ética. México, DF: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- American Association for the Advancement of Science. 1993. Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.
- Anderson, Norman D. 1993. "SCI-LINK: An Innovative Project Linking Research Scientists and Science Teachers." *Journal of Science Teacher Education* 4 (2): 44–50.
- Arrellano Marín, José Pablo. 2000. Reforma Educacional: Prioridad que se consolida. Santiago de Chile: Editorial Los Andes.
- Baker, Judy. 2002. Evaluating the Impact of Development Projects on Poverty: A Handbook for Practitioners. Washington, DC: Banco Mundial.
- Benavot, Aaron. 1992. "Curricular Content, Educational Expansion and Economic Growth." *Comparative Education Review* 36 (2): 150–74.
- . 2010. Cross-National Commonalities and Differences in the Intended Curriculum in Primary School Reading and Mathematics: Informe encomendado por el Instituto de Estadística de la UNESCO de Montreal, Canadá. Albany, NY: Universidad de Albany, Instituto para Estudios Globales en Política Educativa, Departamento de Administración Educativa y Estudios Políticos.
- Callingham, Rosemary, y Jane Watson. 2004. "A Developmental Scale of Mental Computation with Part-Whole Numbers." *Mathematics Education Research Journal* 16 (2): 69–86.
- Carlson, Beverly A. 2000. "Achieving Educational Quality: What Schools Teach Us Learning from Chile's P900 Primary Schools." En *Desarrollo Productivo*. Santiago, Chile: División de Producción, Productividad y Manejo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- CIEN y PREAL (Centro de Investigación Económica Nacional y el Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina). 2009. Educación: Un desafío de urgencia nacional. Guatemala: Informe de Progreso Educativo.
- Cogan, Leland S., Hsingchi A. Wang y William H. Schmidt. 2001. "Culturally Specific Patterns in the Conceptualization of the School Science Curriculum: Insights from TIMSS." *Studies in Science Education* 36: 105–33.
- Colburn, Alan. 2000. "An Inquiry Primer." *Science Scope* 23 (6): 42-44.
- Conley, David T. 2003. *Understanding University Success: A Report from Standards for Success*. Eugene, OR: Center for Educational Policy Research.
- Cox, Cristián. 1999. "La Reforma del Currículum." En *La Reforma Educacional Chilena*, ed. J. E. García-Huidobro. Madrid: Editorial Popular.
- Cox, Cristián y María José Lemaitre. 1999. "Market and State Principles of Reform in Chilean Education: Policies and Results." En *Chile: Recent Policy Lessons and Emerging Challenges*, ed. G. E. Perry y D. M. Leipziger. Washington, DC: World Bank Institute.
- Cueto, Santiago, Cecilia Ramirez y Juan Leon. 2006. "Opportunities to Learn and Achievement in Mathematics in a Sample of Sixth Grade Students in Lima, Perú." *Educational Studies in Mathematics* 62 (1): 25–55.
- D'Ambrosio, Ubiratán. 1985. "Ethnomathematics and its Place in the History and Pedagogy of Mathematics." *For the Learning of Mathematics* 4: 44–58.
- . 1999. "Literacy, Matheracy, and Technoracy: A Trivium for Today." *Mathematical Thinking and Learning* 1 (2): 131–51.
- Delannoy, Françoise. 2000. *Education Reforms in Chile, 1980–98: A Lesson in Pragmatism*. Washington, DC: Banco Mundial. Development Assistance Committee. 1999. *Criteria for Donor Agencies' Self-Assessment in Capacity Development*. Paris: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).
- Duarte, Jesús, María Soledad Bos y Martín Moreno. 2009. "Inequidad en los Aprendizajes Escolares en América Latina." Nota Técnica del BID No. 4, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.
- EFA (Education for All), Global Monitoring Report Team. 2008. *Education for All by 2015. Will We Make It? EFA Global Monitoring Reports*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- Ertl, Hubert. 2006. "Educational Standards and the Changing Discourse on Education: The Reception and Consequences of the PISA Study in Germany." *Oxford Review of Education* 32 (5): 619–34.
- Ferrer, Guillermo. 2004. *Las Reformas Curriculares de Perú, Colombia, Chile y Argentina: ¿Quién Responde por los Resultados?* Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo.

- . 2006a. Estándares de currículo: algunas tendencias internacionales e implicancias para su implementación en América Latina. Lima: PREAL Grupo de Trabajo sobre Estándares y Evaluación (GTEE).
- . 2006b. Sistemas de Evaluación de los Aprendizajes en América Latina: Balance y Desafíos. Santiago, Chile: Grupo de Trabajo sobre Evaluación y Estándares, PREAL.
- Ferrer, Guillermo y Patricia Arregui. 2003. International Comparative Achievement Tests: Their Impact on Educational Quality and Criteria to Guide Future Administrations. En PREAL Policy Series Document. Lima, Perú: PREAL.
- Forster, Margaret, and Gilbert A. Valverde. 2003. La Experiencia Internacional en Sistemas de Medición: Estudio de Casos. Santiago de Chile: Comisión para el Desarrollo y Uso del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación.
- GRADE (Development Analysis Group). 2006. La educación peruana sigue enfrentando desafíos: Informe de Progreso Educativo. Lima, Peru: PREAL.
- Gravemeijer, Koeno P. E. 1994. Developing Realistic Mathematics Education. Utrecht: Freudenthal Institute.
- Healy, Jane M. 1990. Endangered Minds: Why Our Children Don't Think and What We Can Do About It. New York: Simon & Schuster.
- ICFES (Colombian Institute for Higher Education Promotion). 2008. Resultados de Colombia en TIMSS 2007: Resumen Ejecutivo. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional República de Colombia.
- INNOVEC (Innovación en la Enseñanza de la Ciencia). 2010. SEVIC—Sistemas de enseñanza vivencial e inquisitiva de la ciencia. <http://www.innovec.org.mx/sevic.htm>.
- Johnson, Eugene, Jon Cohen, Wen-Hung Chen, Tao Jiang y Yu Zhang. 2005. 2000 NAEP-1999 TIMSS Linking Report. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Kamens, David H., John W. Meyer y Aaron Benavot. 1996. "Worldwide Patterns in Academic Secondary Education Curricula." *Comparative Education Review* 40 (2):116–38.
- Kilpatrick, Jeremy W., Gary Martin y Deborah Schifter, eds. 2003. A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics. Washington, DC: Consejo Nacional de Docentes de Matemáticas.
- Lowery, Lawrence F. 1998. The Biological Basis of Thinking and Learning. Berkeley: Universidad de California.
- USAID (United States Agency for International Development), Oficina Regional de ALC. 2002. LAC Regional Education and Training Improvement Program Data Sheet. Washington, DC: USAID.

- Linn, Robert L. 2001. *The Influence of External Evaluations on the National Assessment of Educational Progress*. Center for the Study of Evaluation at the National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing, Universidad de California, Los Angeles, CA.
- LLECE (The Latin American Laboratory for Assessment of the Quality of Education). 2008. *Student Achievement in Latin America and the Caribbean: Results of the Second Regional Comparative and Explanatory Study (SERCE)*. Santiago, Chile: UNESCO, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC).
- . 2010. *SERCE: Factores Asociados al Logro Cognitivo de los Estudiantes de América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: UNESCO, OREALC.
- Loucks-Horsley, Susan, Nancy Love, Katherine E. Stiles, Susan Mundry y Peter W. Hewson. 2003. *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Luna, Eduardo A., Gilbert A. Valverde y Renzo Roncagliolo Jones. 2009. *Informe de evaluación externa. Reporte TEF-Matemáticas 2009*. Santiago de los Caballeros. República Dominicana: Pontificia Universidad Madre y Maestra.
- Masters, Geoff y Margaret Forster. 1996. *Progress Maps. Assessment Resource Kit (ARK)*. Victoria, Australia: Australian Council for Education Research.
- McKnight, Curtis C. y Gilbert A. Valverde. 1999. "Explaining TIMSS Mathematics Achievement: A Preliminary Survey." In *International Comparisons in Mathematics Education*, ed. G. Kaiser, E. Luna, and I. Huntley. London: Falmer Press.
- McKnight, Curtis C., F. Joe Crosswhite, John A. Dossey, Edward Kifer, Jane O. Swafford, Kenneth J. Travers y Thomas Cooney. 1987. *The Underachieving Curriculum: Assessing U.S. School Mathematics from an International Perspective*. Champaign, IL: Stipes Publishing Company.
- Näslund-Hadley, Emma, Marcelo Cabrol y Pablo Ibarraran. 2009. *Beyond Chalk and Talk: Experimental Math and Science Education in Argentina*. Washington, DC: BID.
- Navarro, Juan Carlos, Catherine Taylor, Andrés Bernasconi y Lewis Tyler, eds. 2000. *Perspectivas sobre la reforma educativa: América Central en el contexto de políticas de educación en las Américas*. Washington, DC: USAID.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics), ed. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Washington, DC: NCTM.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2006. *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris: OCDE, Centre for Educational Research and Innovation.
- . 2008. *Reviews of National Policies for Education: Dominican Republic*. Paris: OCDE.
- . 2009. *Learning Mathematics for Life: A Perspective from PISA*. Paris: OCDE, Centre for Educational Research and Innovation.

- . 2009. OCDE Factbook 2009: Economic, Environmental and Social Statistics. Paris: OCDE.
- Pesek, Dolores y David Kirshner. 2000. "Interference of Instrumental Instruction in Subsequent Relational Learning." *Journal for Research in Mathematics Education* 31 (5): 524–40.
- PREAL Advisory Board. 2006. *Quantity without Quality: A Report Card on Education in Latin America*. Washington, DC: PREAL.
- PISA (Programa Internacional de Evaluación de Alumnos). 2004. *Primer Informe Nacional PISA 2003 Uruguay*. Montevideo: Administración Nacional de Educación Pública República Oriental del Uruguay.
- Ramírez, María José. 2006. "Understanding the Low Mathematics Achievement of Chilean Students: A Cross-National Analysis Using TIMSS Data." *International Journal of Educational Research and Evaluation* 45: 102–16.
- Ravela, Pedro. 2001. *¿Cómo Presentan sus Resultados los Sistemas Nacionales de Evaluación Educativa en América Latina?* PREAL. Santiago, Chile.
- . 2009. "Consignas, devoluciones y calificaciones: los problemas de la evaluación en las aulas de educación primaria en América Latina." *Páginas de Educación* 2: 49–89.
- . 2010. "Programa de Mejora de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática." Presentación de Powerpoint, Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación y la Universidad Católica de Uruguay. Documento sin publicar.
- Ravela, Pedro, Richard Wolfe, Gilbert Valverde y Juan Manuel Esquivel. 2001. *Los Próximos Pasos: ¿Hacia Dónde y Cómo Avanzar en la Evaluación de Aprendizajes en América Latina?* Santiago, Chile: Grupo de Trabajo sobre Evaluación y Estándares, PREAL.
- Resnick, Lauren B., and Katherine J. Nolan. 1995. "Where in the World are World-Class Standards?" *Educational Leadership* (March): 6–10.
- Rodrigues Mendes, Jackeline. 2001. "Ler, Escrever e Contar: Práticas de numeramento-letramento dos Kaiabi no contexto de formação de professores índios do Parque Indígena do Xinguí." Department of Applied Linguistics, Unicamp, Campinas, Brasil.
- . 2005. "Numeracy and Literacy in a Bilingual Context: Indigenous Teachers Education in Brazil." *Educational Studies in Mathematics* 64: 217–30.
- Schmidt, William H., Curtis C. McKnight, Gilbert A. Valverde, Richard T. Houang y David E. Wiley. 1997a. *Many Visions, Many Aims: A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Mathematics*. Vol. 1. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Schmidt, William H., Senta A. Raizen, Edward D. Britton, Leonard J. Bianchi y Richard G.

- Wolfe. 1997b. *Many Visions, Many Aims: A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Science*. Vol. 2. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Schmidt, William H., Curtis C. McKnight, Richard T. Houang, HsingChi Wang, David E. Wiley, Leland S. Cogan y Richard G. Wolfe. 2001. *Why Schools Matter: A Cross-National Comparison of Curriculum and Learning*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Schneider, B. L. 1985. "Further Evidence of Schools Effects." *Journal of Educational Research* 78: 357–63.
- Schoenfeld, Alan H. 1994. "What Do We Know About Mathematics Curricula?" *Journal of Mathematical Behavior* 13: 55–80.
- Skemp, Richard. 1987. *The Psychology of Learning Mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Slavin, Robert L. 1994. "Effective Classroom, Effective Schools: A Research Base for Reform in Latin American Education." In *Education, Equity and Economic Competitiveness in the Americas*, ed. J. M. Puryear y J. J. Brunner. Washington, DC: Organización de los Estados Americanos.
- Sorto, M. Alejandra, Jeffrey H. Marshall, Thomas F. Luschei y Martin Carnoy. 2008. "Teacher Knowledge and Teaching in Panama and Costa Rica: A Comparative Study in Primary and Secondary Education." *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 12 (2): 251–90.
- Stevenson, David Lee y David P. Baker. 1991. "State Control of the Curriculum and Classroom Instruction." *Sociology of Education* 64 (1): 1–10.
- Tuijnman, Albert C. y T. Neville Postlethwaite, eds. 1994. *Monitoring the Standards of Education*. London: Pergamon.
- Unidad de Curriculum y Evaluación. 2004. *Chile y el aprendizaje de matemáticas y ciencias según TIMSS: Resultados de los estudiantes chilenos de 8o básico en el Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias 2003*. Santiago, Chile.
- . 2010. Mapas de Progreso de Aprendizaje. <http://www.curriculum-mineduc.cl/curriculum/mapas-de-progreso/>.
- Unidad de Medición de la Calidad Educativa. 2010. *Resultados de la Evaluación Censal de Estudiantes 2009—ECE 2009: Segundo grado de Primaria*. Ministerio de Educación http://www2.minedu.gob.pe/umc/index2.php?v_codigo=234&v_plantilla=R.
- Valverde, Gilbert A. 1997. "Evaluation and Curriculum Standards in an Era of Educational Reforms." In *Evaluation and Education Reform: Policy Options*, ed. B. Álvarez y M. Ruiz-Casares. Washington, DC: USAID.
- . 1998. *Memoria de labores: Examen de propuesta curricular para la enseñanza media en la República de Chile*. Santiago, Chile: Ministerio de Educación.

- . 2003. "La Política en Evaluación y Currículo Ante el Desafío de la Calidad." En *La Experiencia Internacional en Sistemas De Medición: Estudio De Casos*, ed. Comisión para el Desarrollo y Uso del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE). Santiago, Chile: SIMCE.
- . 2004. "Curriculum Convergence in Chile: The Global and the Local Contexts of Reforms in Curriculum Policy." *Comparative Education Review* 48 (2): 174–201.
- . 2005. "Curriculum Policy Seen through High-Stakes Examinations: Mathematics and Biology in a Selection of School-Leaving Examinations from the Middle East and North Africa." *Peabody Journal of Education* 80 (1): 29–55.
- . 2009. "Estándares y evaluación." En *Políticas Educativas y Cohesión Social en América Latina*, ed. S. Schwartzman and C. Cox. Santiago, Chile: Colección Cieplan.
- Valverde, Gilbert A., and Curtis C. McKnight. 1997. "Importancia del Currículo y Algunos Temas Comunes en la Reforma Educativa de la Educación Matemática y Científica a Nivel Internacional." *Formas y Reformas de la Educación* 3: 31–37.
- Valverde, Gilbert A. y William H. Schmidt. 2000. "Greater Expectations: Learning from Other Nations in the Quest for World-Class Standards in US School Mathematics and Science." *Journal of Curriculum Studies* 32 (5): 651–87.
- Valverde, Gilbert A., Eduardo Luna, Renzo Roncagliolo y Sarah González de Lora. 2009. *Preliminary Analysis of Teacher Assessments in the Teacher Effectiveness Project: Santo Domingo and Santiago*. Santiago de los Caballeros, República Dominicana: Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra.
- Valverde, Gilbert, Sarah González, J. Leonardo Valeirón, Luis Domínguez y Sandra González. 2007. *How are Mathematics and Reading Comprehension Learned in the Primary Schools of the Dominican Republic? A Final Report of Highlights from the Educational Evaluation Research Consortium Study of Third through Seventh Grade*. Albany, NY: Educational Evaluation Research Consortium and USAID.
- Vidal, Rafael y María Antonieta Díaz. 2004. *Resultados de las Pruebas PISA 2000 y 2003 en México: Habilidades para la vida en estudiantes de 15 años*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, Ciudad de México, Distrito Federal.
- Wenglinsky, Harold. 2000. *How Teaching Matters: Bringing the Classroom Back into Discussions of Teacher Quality*. Princeton, NJ: Policy Information Center.
- Westbury, Ian y Chao-Hseng Hsu. 1996. "Structures of Curriculum Governance and Classroom Practice in Mathematics." *Educational Evaluation and Policy Analysis* 18 (2): 123–40.
- Xu, Yunmei. 2009. "Measuring Change in Jurisdiction Achievement over Time: Equating Issues in Current International Assessment Programs." Department of Human Development and Applied Psychology, Ontario Institute for Studies in Education of the University of Toronto, Toronto.

Zacharos, Konstantinos. 2006. "Prevailing Educational Practices for Area Measurement and Students' Failure in Measuring Areas." *Journal of Mathematical Behaviour* 25: 224-39.

Fuentes estadísticas

CSEC (Certificado Caribeño de Educación Secundaria). Base de datos subregional 2009.

IEA (International Association for Evaluation of Educational Achievement). 2007. Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS.)
http://timss.bc.edu/TIMSS2007/idb_ug.html.

LLECE (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación). 2008. Segundo estudio regional comparativo sobre lenguaje, matemática y factores asociados para alumnos del tercer y cuarto grado de la educación básica (SERCE). Base de datos regional 2008.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2003. Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA). 2003.
<http://pisa2003.acer.edu.au/index.php>.

———. 2006. Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA). 2006. <http://pisa2006.acer.edu.au/>.

RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología). <http://www.ricyt.edu.ar/>.

Entrevistas (personal, teléfono y correo electrónico)

Luna, Eduardo; Universidad de Barry University, Miami, Estados Unidos

Benavot, Aaron; Universidad de Albany, State University of New York

Esquivel, Juan Manuel; Coordinación Educativa y Cultural
Centroamericana Forster, Margaret; Australian Council for
Educational Research

Gonzalez, Sarah; Vice-Rectora de Investigación, Innovación y Relaciones Inter-
institucionales; Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM),
República Dominicana

Gvirtz, Silvina; Universidad de San Andrés, Argentina

Manzi, Jorge; Centro de Medición y Evaluación, Universidad Católica (MIDE-UC), Chile

Mariño, Julian; Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación

Ramírez, María José; Banco Mundial

Ravela, Pedro; Universidad Católica del Uruguay

Ruiz, Ángel; Presidente, Comité Interamericano para la Enseñanza de las Matemáticas

Slattery, Jean; Achieve Inc, Washington, DC

Sorto, María Alejandra; Universidad del Estado de Texas, San Marcos

Talavera, Marisa; Directora de Innovación, Secretaría de las Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT)

Wolfe, Richard; Universidad de Toronto, Canadá

Zorrilla, Margarita; Directora, Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), México DF