

TODOS

— LOS —

~

NINOS

— CUENTAN —

*Enseñanza Temprana de las Matemáticas
y Ciencias en América Latina y el Caribe*

Emma Näslund-Hadley y Rosangela Bando
Editores

Reporte corto



TODOS
— LOS —
NIÑOS
— CUENTAN —



Copyright © 2016 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y se puede reproducir para cualquier uso no comercial, siempre que se le dé el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no se pueda resolver amistosamente se someterá a arbitraje, de conformidad con las reglas de la CNUDMI (Uncitral). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto del reconocimiento respectivo y el empleo de su logotipo no están autorizados por esta licencia CC-IGO, por lo que se requiere un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no reflejan, necesariamente, el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



TODOS
— LOS —
NIÑOS
— CUENTAN —



Contenidos

Prólogo

IX

Introducción

X

- Repaso de los capítulos
- Referencias

XII

XIV

1. Fallando el Blanco: el Aprendizaje de Matemáticas y Ciencias en América Latina y el Caribe

2

- ¿Cómo se comparan los estudiantes de los países de América Latina y el Caribe con sus pares internacionales?
- ¿Cuánto tiempo les tomará a los estudiantes de la región ALC alcanzar el nivel de sus pares de otros países?
- ¿Qué significan los bajos niveles de logros de aprendizaje?
- ¿Los estudiantes de América Latina y el Caribe alcanzan las expectativas nacionales?
- Reflexiones finales
- Referencias

4

12

13

15

19

20

2. Lo que nos Dice la Literatura sobre lo que Funciona en Matemáticas y Ciencias

22

- Prácticas tradicionales en la educación temprana en matemáticas y ciencias
- Avances en los métodos pedagógicos para la educación pre-primaria y primaria en matemáticas y ciencias
- Reformas sistemáticas para potenciar la educación temprana en matemáticas y ciencias
- Conclusiones
- Referencias

23

24

38

39

42

3. Poniendo los Principios en Práctica: ¿Qué Funciona en la Educación Temprana de Matemáticas y Ciencias?

46

- Ocho programas fundamentados en prácticas pedagógicas comunes
- Midiendo las prácticas de enseñanza y las mejoras en las habilidades en matemáticas y ciencias de los estudiantes
- ¿Lograron alguna diferencia los programas?
- Reflexiones finales
- Referencias

48

64

68

81

82

4. Cómo las Escuelas y los Sistemas Educativos Pueden Ayudar a los Profesores a Mejorar el Aprendizaje en Matemáticas y Ciencias

86

- Altas expectativas: ¡Apunta hacia la luna y aterrizarás entre estrellas!
- Liderazgo sólido en la escuela: ¡Dirigiendo hacia el éxito!
- Prácticas de enseñanza basadas en la investigación: ¡Muéstrame la evidencia!
- Vínculos entre los grados y las materias: ¡Preparados, listos, a integrar!
- Materiales apropiados para el aprendizaje: ¡Manos a la obra!
- Desarrollo profesional continuo: ¡Profesores al poder!
- Creando un clima apropiado para la colaboración de los profesores: ¡A reunirse!
- Evaluación y retroalimentación: “¡Cuéntanos lo que piensas!”
- Trabajando junto a los padres: “¡Somos un equipo!”
- Escuela + la comunidad de matemáticas y ciencias = un equipo ganador
- Reflexiones finales
- Referencias

87

89

92

93

96

96

97

98

98

100

100

101

5. Uniendo todos los puntos: Mejorando la Educación en Matemáticas y Ciencias en América Latina y el Caribe

104

- Mejorando el aprendizaje
- Mejorando la enseñanza

105

108

Cuadros

• Cuadro 1.2. Niveles de aprendizaje en TIMSS	3
• Cuadro 1.2. Niveles de logro de aprendizaje de PISA 2012	6
• Cuadro 2.2. Atributos de los exámenes de alto rigor	38
• Cuadro 2.1. Estrategias de desarrollo profesional basadas en el trabajo	40
• Cuadro 3.1. Estrategias de enseñanza que otorgan más significado a las matemáticas	48
• Cuadro 3.2. Estrategias de desarrollo profesional	52
• Cuadro 3.3. Utilizando los fondos de conocimientos de los niños	55
• Cuadro 3.4. Estrategias para individualizar la enseñanza	56
• Cuadro 3.5. Estrategias para visualizar las matemáticas y las ciencias	60
• Cuadro 3.6. Estrategias para hacer de las matemáticas y las ciencias una tarea social	62
• Cuadro 3.7. La Evaluación en Matemáticas de los Primeros Grados adaptada al preescolar	66
• Cuadro 3.8. Evaluación de habilidades matemáticas para la primaria en Argentina y Belice	68
• Cuadro 3.9. Evaluación de las habilidades científicas de los estudiantes de tercer grado en Perú	70
• Cuadro 3.10. Evaluación de las habilidades científicas de los estudiantes de cuarto grado en Argentina	71
• Cuadro 4.1. Expectativas en el aprendizaje de matemáticas y ciencias de los estudiantes	90
• Cuadro 4.2. Un ejemplo de expectativas de desempeño fundamentadas en estándares para los estudiantes de cuarto grado en las ciencias de la tierra	91
• Cuadro 4.3. Matemáticas y ciencias extremas a través de la integración de materias	94
• Cuadro 4.4. Prácticas de evaluación de profesores basadas en la evidencia	99
• Cuadro 5.1 Factores relacionados que mejoran la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas y ciencias	100

Gráficos

• Gráfico 1.1. Estudiantes que han alcanzado niveles de competencia en las evaluaciones regionales y nacionales (%)	19
• Gráfico 3.1. Aprendiendo a dividir—estrategias de solución de tres estudiantes	50
• Gráfico 3.2. Uso del andamiaje individual en el programa Mimate, tarjetas separadas para la evaluación formativa	58
• Gráfico 3.3. Utilizando el andamiaje individual para comprender la división con decimales	59
• Gráfico 4.1. Elementos que prestan apoyo a los profesores en la enseñanza temprana de matemáticas y ciencias	88

Tablas

• Tabla 1.1. Porcentaje de estudiantes que han alcanzado los niveles de aprendizaje internacionales en matemáticas (TIMSS 2011)	4
• Tabla 1.2. Porcentaje de estudiantes que han alcanzado los niveles de aprendizaje internacionales en ciencias (TIMSS 2011)	5
• Tabla 1.3. Calificaciones en matemáticas y ciencias en PISA 2012	8
• Tabla 1.4a. Estudiantes que obtuvieron calificaciones que los ubicaron en el Nivel 2 o más en ciencias, por país, en PISA 2012	9
• Tabla 1.4b. Estudiantes que obtuvieron calificaciones que los ubicaron en el Nivel 2 o más en matemáticas, por país, en PISA 2012	10
• Tabla 1.5. Habilidades para la solución de problemas de acuerdo con el Estudio PISA 2012 por país	11
• Tabla 1.6. Años para alcanzar el promedio de la OCDE	12
• Tabla 1.7. Proporción de estudiantes de sexto grado que alcanzan el nivel de competencia en ciencias de acuerdo con TERCE (%)	14
• Tabla 1.8a. Proporción de estudiantes de tercer grado que alcanzan el nivel de competencia en matemáticas de acuerdo con TERCE	16
• Tabla 1.8b. Proporción de estudiantes de sexto grado que alcanzan el nivel de competencia en matemáticas de acuerdo con TERCE	18
• Tabla 2.1. Competencias, objetivos de aprendizaje y estrategias de enseñanza fundamentales en las matemáticas tempranas	24
• Tabla 2.2. Competencias, objetivos de aprendizaje y estrategias de enseñanza fundamentales en las ciencias tempranas	30
• Tabla 2.3. Competencias fundamentales de los estudiantes y acciones de los profesores y los estudiantes en un salón de clase basado en la investigación, para las matemáticas de primaria	34
• Tabla 3.1. Resultados y características generales de los programas	73
• Tabla 3.2. Características y resultados generales de los programas	74
• Tabla 3.3. Cambios en las prácticas pedagógicas del programa Ciencias y Ambiente II (Perú) (Porcentajes)	76
• Tabla 4.1. Desarrollo de un plan de mejoramiento escolar para las matemáticas y las ciencias	92



En el mundo actual de alta tecnología, una buena base en matemáticas y ciencias es necesaria para aquellos estudiantes que deseen competir por trabajos de calidad y prosperar en campos

innovadores. Sin embargo, los resultados de las pruebas estandarizadas revelan que los estudiantes de los países de América Latina y el Caribe se encuentran entre los peores desempeños del mundo en áreas importantes como las matemáticas y las ciencias. Nuestros sistemas educativos están fallando en la tarea de proveer las habilidades de solución de problemas, creatividad y pensamiento crítico que la región necesita tan desesperadamente.

Es fundamental que esto deje de ser así. Armados con las investigaciones y prácticas que se presentan en el libro próximo a publicarse, *Todos los Niños Cuentan*, los líderes en educación y los formuladores de políticas pueden decidir dar una vuelta a esta situación.

En muchas conversaciones durante los últimos años, los responsables de formular políticas educativas, los administradores escolares y los docentes han elevado sus preguntas en cuanto a por qué los sistemas educativos de la región no están logrando preparar a los estudiantes para las demandas en matemáticas y ciencias del siglo XXI. ¿Será que el problema tiene su raíz en las metas que han sido fijadas para el aprendizaje de los estudiantes en los sistemas educativos, en los modelos pedagógicos utilizados en nuestros salones de clase o en la preparación

de nuestros profesores? Indagar en estas preguntas es el objetivo de *Todos los Niños Cuentan*.

Este Resumen, sintetiza los aportes de los autores, renombrados investigadores

Prólogo

y practicantes de la educación en matemáticas y ciencias con amplias experiencias en escuelas y salones de clase, dentro y fuera de la región, presentados en *Todos los niños cuentan*. Además, se relatan investigaciones internacionales que definen los componentes de la educación de alta calidad en matemáticas y ciencias naturales desde el preescolar hasta el nivel educativo de la primaria.

Es difícil saber con certeza si estas ideas funcionarán en la región. Es complicado, sino imposible, comparar directamente los resultados de una reforma educativa determinada con lo que hubiera podido pasar si la misma no hubiera sido aplicada. Pero las pruebas de control aleatorias son una buena forma de crear escenarios plausibles de contraste (“¿Qué hubiera

pasado si...?”) que nos pueden revelar qué podría haber sucedido en ausencia de una intervención. En este Resumen los lectores encontrarán un gran número de escenarios experimentales, como los mencionados, que dan luces en términos de lo que funciona – y qué nuevas técnicas probablemente funcionarán – en la educación en matemáticas y ciencias en nuestra región. Los autores se enfocan en trasladar estos descubrimientos a ideas concretas y sugerencias realistas que ayudarán a los educadores a asegurarse de que todos los niños reciban una educación temprana de calidad en matemáticas y ciencias.

Emiliana Vegas

**Jefa, División de Educación
Banco Interamericano de Desarrollo**

“ Como se ha destacado en este Resumen, la investigación y la práctica apuntan a los beneficios de enfocarse en la comprensión conceptual de los estudiantes en lugar de la simple memorización de hechos y procedimientos.”

Introducción

Emma Näslund-Hadley y Rosangela Bando

Nuestro mundo está cambiando y afronta muchos desafíos. Los complejos problemas en la economía, el ambiente, la agricultura y la salud a los que hoy se enfrentan los residentes de los países de América Latina y el Caribe (ALC) exigen habilidades de pensamiento crítico y creativo sin precedentes. Mientras tanto, debido a la creciente naturaleza de alta tecnología de la economía global, la demanda de trabajadores alfabetizados en matemáticas y ciencias es más alta que nunca y no ha dado ninguna señal de que disminuirá en el futuro.

Los efectos de estos cambios ya son claramente visibles. Las habilidades rutinarias que una vez fueron altamente demandadas entre los empleadores de la economía industrial son ahora menos

relevantes en el nuevo mercado global. En su lugar, las destrezas que más solicitan hoy en día los empleadores a sus trabajadores son habilidades no rutinarias e interactivas – tales como las que se desarrollan cuando se alienta a los estudiantes a realizar experimentos en matemáticas y ciencias en los salones de clase (Darling-Hammond y Adamson 2014). Los economistas afirman que las empresas globales con ofertas laborales en campos que involucran las matemáticas y las ciencias tienen problemas para cubrir sus vacantes debido a una falta de mano de obra con habilidades en estas áreas (Aedo y Walker 2012). Gran parte de la fuerza laboral en los países de la región ALC no cuenta con las habilidades y competencias que se requieren para los trabajos disponibles (Crespi, Maffioli, y Rasteletti 2014).

El tipo de habilidades que se necesitan en el mundo de hoy son conocidas frecuentemente como “habilidades del siglo XXI” o “habilidades de aprendizaje profundo”. En términos generales, las habilidades del siglo XXI son aquellas que los estudiantes necesitan para ser competitivos en un mundo cada vez más globalizado, en el que el conocimiento se expande a un ritmo veloz, la tecnología cambia aún más rápido y las descripciones de las vacantes laborales se actualizan constantemente. Estas son habilidades que los niños necesitan para poder comprender adecuadamente un mundo complejo y navegar efectivamente en el mismo. Específicamente, ellos dependen de las habilidades que las matemáticas y las ciencias les ofrecen para mejorar su capacidad de razonar y solucionar problemas sistemáticamente. Debido a

que el mundo está cambiando rápido y que el pensamiento crítico tiene una demanda elevada, los estudiantes no sólo deben poder recordar hechos concretos, además deben saber cómo aprender (Darling-Hammond y Adamson 2014; Comisión Gordon 2013). Ellos tendrán que actualizar sus conocimientos y habilidades constantemente a lo largo de sus vidas. Ya no basta con que los instructores se enfoquen en enseñar hechos y cápsulas aisladas de conocimientos que pueden tener muy poca relación con el mundo en el que los estudiantes vivirán cuando se gradúen (Darling-Hammond y Adamson 2014). Más allá de eso, las habilidades en solución de problemas y la capacidad de aprender ayudan a los estudiantes en sus vidas diarias. La literatura sugiere que estas habilidades no son útiles únicamente para el éxito profesional, sino también para

el éxito en el ejercicio de los derechos y responsabilidades de los ciudadanos (Newman, Dantzler, y Coleman 2015; Leonard y Moore 2014).

La capacidad de continuar aprendiendo incluso después de que ha culminado la educación formal tiene consecuencias que van más allá de la mejora de las posibilidades de los trabajadores individuales. En América Latina el crecimiento económico positivo está más vinculado a la adquisición de habilidades que al rendimiento escolar (Hanushek y Woessmann 2012a; Hanushek y otros 2008). Para dar un chispazo inicial al desarrollo económico de la región ya no es suficiente con que los jóvenes asistan a la escuela por un número determinado de años; ellos deben desarrollar las habilidades que necesitan sus empleadores.

Debido a que los países que mejoran las habilidades cognitivas de sus estudiantes (y futura fuerza laboral) experimentan beneficios en su crecimiento económico al pasar los años (Hanushek y Woessmann 2012b), las habilidades de solución de problemas y el pensamiento crítico que imparte la educación en matemáticas y ciencias de alta calidad son cruciales para la inclusión socioeconómica, especialmente para los estudiantes que se encuentren en la parte más baja del espectro socioeconómico (Schoenfeld 2002).

En resumen, para enfrentar los desafíos del futuro, con miras a descubrir nuevas

curas y solucionar viejos problemas, los países de la región necesitan una nueva generación de científicos e innovadores. Pero la dura realidad es que las bajas calificaciones que han obtenido nuestros estudiantes en las evaluaciones internacionales ponen en duda la habilidad de la región para formar estas mentes científicas e innovadoras. El Informe PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, PISA por sus siglas en inglés), una prueba de logros de aprendizaje con reconocimiento internacional producida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, nos muestra que el estudiante promedio de la región ALC obtiene calificaciones correspondientes al nivel más bajo en matemáticas y ciencias.

¿Qué puede hacerse?

Los esfuerzos para transformar la educación en matemáticas y ciencias normalmente se enfocan en reformar la enseñanza y el aprendizaje en el nivel secundario o terciario. El problema con este enfoque es que es muy difícil (si no imposible) enseñar matemáticas o ciencias avanzadas a jóvenes que no cuentan con una base sólida en estos temas. Las habilidades de numeración previas a la enseñanza de matemáticas y ciencias (conocidas en inglés como numeracy) y las que se adquieren en los primeros grados – esto es, las habilidades que les permiten a los estudiantes comprender los conceptos en matemáticas y ciencias para poder aplicarlos en sus vidas diarias – son un pre-requisito para el aprendizaje en matemáticas y ciencias en los grados posteriores, al igual que para llevar a cabo carreras en estos campos de estudio en el futuro.

Sin embargo, a pesar de la clara importancia que tiene influir en los estudiantes a una edad más temprana, los educadores y formuladores de políticas saben muy poco de lo que están haciendo mal en los primeros grados, desde el preescolar hasta la escuela primaria. ¿Por qué los alumnos en algunos países tienen problemas alcanzando calificaciones en las evaluaciones de matemáticas y ciencias

comparables con las de sus pares en otros países? Y, una pregunta relacionada a lo anterior: ¿por qué los estudiantes de todo el mundo dejan de percibir estas materias como agradables y estimulantes apenas unos años después de haber comenzado la escuela?

Para dar respuesta a estas y otras preguntas el libro *Todos los Niños Cuentan*, próximo a publicarse, reúne investigaciones que han sido realizadas por ministerios, universidades y agencias de desarrollo en relación a la educación en matemáticas y ciencias en América Latina, el Caribe y otras regiones. Como se ha destacado en este Resumen, la investigación y la práctica apuntan a los beneficios de enfocarse en la comprensión conceptual de los estudiantes en lugar de la simple memorización de hechos y procedimientos.

Algunos formuladores de políticas, administradores escolares y profesores pueden sentirse decepcionados al saber que no contamos con una receta sencilla para la mejora de la educación en matemáticas y ciencias de los estudiantes de la región ALC. Lo cierto es que los problemas son complejos; no hay soluciones fáciles. Los enfoques pedagógicos, modelos de desarrollo profesional para los docentes y materiales que funcionarán de forma más eficiente en una situación determinada dependerán de hechos contextuales como el nivel de preparación y experiencia de los docentes, los conocimientos en matemáticas y ciencias que traigan los estudiantes a los salones de clase y la configuración lingüística y cultural de la comunidad. Sin embargo, aunque no estamos ofreciendo ningún remedio mágico, presentamos evidencia

convinciente de aquellos enfoques e intervenciones que parecen producir los mejores resultados en la educación en matemáticas y ciencias durante los primeros grados.

El mensaje principal es que los logros en matemáticas y ciencias mejoran cuando los estudiantes están en el centro del proceso de aprendizaje. Esto significa que los docentes deben guiar el mismo, mantener las discusiones de clase enfocadas en el contenido mientras fomentan el pensamiento divergente. El enfoque de aprendizaje centrado en los estudiantes normalmente también incluye el razonamiento científico o matemático, la experimentación, el trabajo en equipo y el diálogo. Algunos de los autores se refieren a este tipo de aprendizaje como “descubrimiento centrado en el estudiante” o “investigación centrada en el estudiante”, mientras que otros lo llaman simplemente aprendizaje práctico. Sin importar cuál sea el término elegido, este método de enseñanza es una salida pronunciada de las clásicas demostraciones conducidas por el profesor y la simple transmisión de conceptos y hechos.

Repaso de los capítulos

Este Resumen se ha estructurado en cinco capítulos. En el capítulo 1, Emma Näslund-Hadley y María Soledad Bos examinan los datos de las pruebas regionales e internacionales de matemáticas y ciencias para entender cómo pueden compararse los estudiantes de la región ALC con sus pares de la región y de países fuera de la misma. Ellas realizan un sondeo en relación a cuáles podrían ser los niveles de logro de aprendizaje en términos de lo que pueden hacer los estudiantes en matemáticas y ciencias. Además de los datos arrojados por las calificaciones de las pruebas regionales e internacionales, las autoras presentan los resultados de las evaluaciones nacionales de aprendizaje, explorando en la capacidad de los estudiantes de cumplir con los estándares de aprendizaje definidos en su propio país. Al ver las tendencias en el aprendizaje de matemáticas y ciencias a lo largo del tiempo, las autoras estiman cuántos años les puede tomar a los estudiantes de la región alcanzar el nivel de sus pares en otras regiones. Ellas concluyen que la región no puede costearse más esperas para la disminución de la brecha en relación a países más desarrollados o para cumplir las expectativas nacionales de sus propios países en relación a los logros de aprendizaje en matemáticas y ciencias.

En el segundo capítulo se resumen las revisiones de la literatura presentadas en Todos los Niños Cuentan, explorando en la capacidad de los niños de aprender matemáticas

y ciencias desde una temprana edad. Fundamentándose en la discusión de la literatura, Emma Näslund-Hadley, Rosangela Bando y Johan Rocha ofrecen una definición de lo que significa contar con habilidades pre-matemáticas y pre-científicas sólidas, y presentan los sistemas mentales a través de los cuales los niños adquieren estas competencias. Un tema central es que incluso los estudiantes más jóvenes pueden aprender y poner en práctica ideas matemáticas y científicas complejas. Además, ofrecen recomendaciones específicas en relación a los tipos de asistencia, conocimientos y herramientas que los docentes requieren para pasar de un rol de simples transmisores de contenido a facilitadores del aprendizaje. Todas estas recomendaciones se basan en la idea de que una educación en matemáticas y ciencias de calidad requiere una comprensión profunda de los estudiantes, incluyendo sus conocimientos y experiencias relevantes previas, su dominio de los conceptos científicos y matemáticos y la forma única en la que sus habilidades se desarrollan a lo largo del tiempo. Por lo tanto, los docentes deben convertirse en “estudiantes de sus estudiantes”.

En el capítulo 3, Emma Näslund-Hadley y Rosangela Bando resumen los resultados de ocho programas de educación temprana en matemáticas y ciencias que buscaban

llevar las prácticas de enseñanza, basadas en la teoría, a los salones de clase de Argentina, Belice, Paraguay y Perú. Los programas fueron implementados a pesar de importantes desafíos, incluyendo la presencia de brechas de contenido y dominio pedagógico en los docentes y percepciones anticuadas sobre la ciencia como disciplina. Sin embargo, la mayoría de los docentes pudieron utilizar las experiencias y conocimientos de los niños como fundamento para las lecciones prácticas de matemáticas y ciencias.

Las prácticas dentro del salón de clase que se describen en los capítulos 2 y 3 de este Resumen tienen el potencial de impulsar el aprendizaje en matemáticas y ciencias de los estudiantes. Pero además tienen implicaciones que trascienden a los salones de clase. En el capítulo 4, Rosangela Bando y Emma Näslund-Hadley discuten las estructuras institucionales que se requieren como mínimo para dar apoyo a un cambio exitoso hacia la enseñanza en matemáticas y ciencias centrada en los estudiantes. Las autoras reflexionan sobre los tipos de desarrollo profesional, el apoyo técnico, los estándares y metas, los materiales y la retroalimentación que pueden incidir positivamente en los docentes. El liderazgo de los directores puede generar una nueva cultura de aprendizaje y adaptación al ofrecer los recursos e iniciativas que se

requieren. Sin embargo, se enfrentan a retos inevitables. Algunas de las preguntas más comunes incluyen: ¿cuáles son las estructuras institucionales mínimas necesarias para realizar un cambio exitoso hacia una enseñanza en matemáticas y ciencias basada en la investigación?, ¿cómo deben reasignarse los recursos para apoyar de forma más eficiente la enseñanza práctica, basada en los descubrimientos?, ¿cómo las prácticas escolares pueden favorecer una cultura de exploración y de mejora continua en la enseñanza de matemáticas y ciencias? Las autoras concluyen que una reforma exitosa en cada una de las escuelas requiere de una fuerza tripartita compuesta por los administradores escolares, los directores de las escuelas y los equipos de profesores – además de la contribución de los padres.

El Resumen termina con una reflexión de los aprendizajes y conclusiones que se han ofrecido y con una revisión de los desafíos que están por venir. Reconociendo que no existe una solución única para el bajo desempeño de los estudiantes de la región en matemáticas y ciencias, Emma Näslund-Hadley y Rosangela Bando proponen un marco de trabajo para la definición de nuevos esfuerzos que puedan superar las dificultades más comunes de las prácticas actuales y que, por lo tanto, ofrezcan una

mayor probabilidad de cumplimiento de los objetivos. Si los experimentos que han sido llevados a cabo en la región fungen como indicadores, es posible creer que podemos ofrecer una educación de alta calidad en matemáticas y ciencias a todos los estudiantes de la región. Aunque el tránsito hacia una enseñanza de las matemáticas y las ciencias, que sea práctica y centrada en los estudiantes, requiere la realización de cambios fundamentales en las prácticas de enseñanza e involucra la participación de muchas personas diferentes en los sistemas educativos de América Latina y el Caribe, el mensaje clave de Todos los Niños Cuentan es: el cambio es posible.

Referencias

Aedo, C., e I. Walker. 2012. Skills for the 21st Century in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: Banco Mundial.

Comisión Gordon sobre el Futuro de la Evaluación en Educación. 2013. A Public Policy Statement. Princeton, NJ: Comisión Gordon. http://www.gordoncommission.org/rsc/pdfs/gordon_commission_public_policy_report.pdf.

Crespi, G., A. Maffioli, y A. Rasteletti. 2014. Invirtiendo en ideas: políticas de estímulo a la innovación. En ¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica, ed. G. Crespi, E. Fernández-Arias, y E. Stein. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Darling-Hammond, L., y F. Adamson. 2014. Beyond the Bubble Test: How Performance Assessments Support 21st Century Learning. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Darling-Hammond, L., y L. Wentworth. 2010. Benchmarking Learning Systems: Student Performance Assessment in International Context. Stanford, CA: Universidad de Stanford, Centro para las Políticas de Oportunidad en Educación de Stanford.

Hanushek, E. A., y L. Woessmann. 2012a. Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics* 99(2): 497-512.

———. 2012b. Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of Economic Growth* 17(4): 267-321.

Hanushek, E. A., y D. T. Jamison, E. A. Jamison, y L. Wößmann. 2008. Education and economic growth: It's not just going to school, but learning something while there that matters. Munich Reprints in Economics 20467, Departamento de Economía, Universidad de Munich.

Leonard, J., y C. M. Moore. 2014. Learning to enact social justice pedagogy in mathematics classrooms. *Action in Teacher Education* 36(1): 76-95.

Newman, J. L., J. Dantzler, y April N. Coleman. 2015. Science in action: How middle school students are changing their world through STEM service learning projects. *Theory Into Practice (Universidad del Estado de Ohio)* 54: 47-54.

Schoenfeld, A. H. 2002. Making mathematics work for all children: issues of standards, testing, and equity. *Education Researcher* 31(1): 13-25.



TODOS
— LOS —
NIÑOS
— CUENTAN —



Fallando el Blanco: el Aprendizaje de Matemáticas y Ciencias en América Latina y el Caribe

Emma Näslund-Hadley y María Soledad Bos

JEl amor de Juan por las ciencias comenzó a una edad muy temprana. Cuando era niño, disfrutaba los programas de National Geographic en su casa en San José, Costa Rica. Para él, investigar sobre problemas y averiguar la forma en que las cosas funcionan eran parte de sus juegos, y con frecuencia le pedía a su padre que le asignara problemas científicos para resolverlos. En la escuela, Juan tuvo dos profesores geniales: uno en la escuela primaria y otro, un profesor de matemáticas, un poco después, en la secundaria. Cuando le preguntamos a Juan qué hacía que estos profesores le gustaran tanto, él explicó que ambos ayudaban a que los estudiantes

cambiaran su actitud de “yo solamente sé lo que los profesores me han enseñado” a “yo puedo aplicar lo que he aprendido a nuevos retos”.

La diferencia es muy amplia. Los estudiantes con la primera mentalidad se limitan a resolver problemas que son similares a los ejemplos que sus profesores les han presentado; mientras que aquellos con la segunda mentalidad, se atreven a aplicar sus conocimientos y habilidades a problemas con los que no están familiarizados. Los profesores de Juan lo ayudaron a ver que las matemáticas y las ciencias no son materias separadas, por el contrario, van de la mano - las matemáticas son una herramienta fundamental para las ciencias y las ciencias ofrecen un contexto

en el que las matemáticas están menos fragmentadas y son más significativas.

Después de que Juan culminó la secundaria realizó la licenciatura en Física en la Universidad de Costa Rica, ahora realiza pruebas de software y programas de computación para un fabricante internacional de chips para computadoras. Antes de que Juan comenzará la escuela, sus experiencias positivas tuvieron una influencia en su interés en las matemáticas y las ciencias; sin embargo, sin una educación de calidad en matemáticas y ciencias, es muy probable que Juan no hubiera podido estar hoy aquí. La educación de Juan le otorgó la base para sus estudios posteriores y para su éxito profesional.

Por supuesto, una buena educación en matemáticas y ciencias es esencial para todos los estudiantes, no sólo para aquellos que planeen estudiar y trabajar en campos que se fundamenten en estas disciplinas. La educación de calidad en matemáticas y ciencias promueve que los alumnos razonen profundamente y aprendan a pensar, de forma independiente, habilidades que traen beneficios en otras materias y en la vida cotidiana. Citando a Juan: “Más que cualquier contenido que haya aprendido, mi educación en matemáticas y ciencias me enseñó a pensar”. Las matemáticas y las ciencias ofrecieron a Juan las herramientas para enfrentarse a problemas, analizar diferentes situaciones y estructurar sus pensamientos para llegar a soluciones. La profesión de Juan no le permite asumir que

el contenido siempre será el mismo, pero él confía en su habilidad de ajustarse a nuevas demandas en su campo laboral debido a que tiene habilidades de pensamiento crítico y creativo.

Las habilidades que Juan desarrolló durante su proceso educativo se conocen como “habilidades del siglo XXI”. Con frecuencia se presentan ejemplos de estas habilidades en la literatura (Darling-Hammond y Wentworth 2010; Yuan y Vi-Nhuan 2012). Estas incluyen la habilidad para:

- Solucionar problemas utilizando conocimientos previos u obteniendo nueva información.
- Pensar de manera crítica.
- Conducir investigaciones y experimentos científicos.
- Analizar datos.
- Buscar y organizar información, particularmente por medio del uso de la tecnología.
- Aplicar los procesos de aprendizaje en nuevas situaciones.
- Comunicarse oralmente, por escrito o por medio del uso de la tecnología.
- Colaborar y trabajar en equipo.
- Aprender de forma independiente y realizar un seguimiento propio para mejorar el aprendizaje y el desempeño.

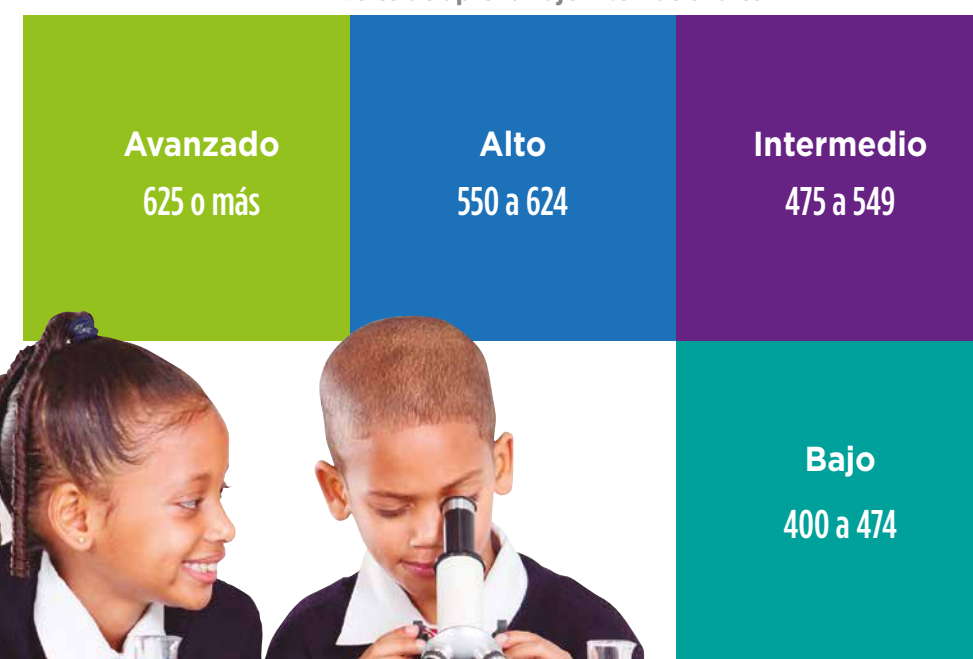
Aunque la “solución de problemas” normalmente se considera una de las habilidades del siglo XXI, las otras habilidades están al servicio de la misma. Pensar de forma independiente, conducir experimentos, organizar la información, además de analizar y aplicar datos, son habilidades esenciales para la solución de problemas.

En este capítulo exploramos lo que los estudiantes en América Latina y el Caribe están aprendiendo en matemáticas y ciencias, así como las demás habilidades relacionadas con la solución de problemas. Específicamente buscamos dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué tan atrasados están los estudiantes de la región

Cuadro 1.2. Niveles de aprendizaje en TIMSS

Los logros de aprendizaje de los estudiantes se reportan con cuatro puntos en una escala del 0 al 1.000:

Niveles de aprendizaje internacionales



Fuente: TIMSS 2011.



de América Latina y el Caribe (ALC) en matemáticas y ciencias en comparación con sus pares de los países con mayores niveles de aprendizaje? ¿Cómo se comparan estos estudiantes con otros estudiantes en países con niveles de desarrollo económico similares? ¿Cuánto tiempo le tomará a la región alcanzar el nivel de los países de mejor desempeño en estas materias? y ¿Cómo se desempeñan los estudiantes de la región ALC en las evaluaciones nacionales de sus países?

La primera sección de este capítulo compara el desempeño de los estudiantes de ALC con el de sus pares en otros países. Consideramos tanto la forma en la que se comparan los estudiantes de la región con los estudiantes de países más desarrollados, como la forma en la que se comparan con

estudiantes en países con niveles de desarrollo económico similares. La segunda sección examina las tendencias en los logros de aprendizaje en matemáticas y ciencias de los estudiantes de ALC a lo largo del tiempo. También exploramos cuánto tiempo puede tomarles a estos estudiantes nivelarse con sus pares de las otras regiones. En la tercera sección se comparan, entre sí, países de la región y se explora qué significan realmente los bajos niveles de logros de aprendizaje en ciencias y matemáticas. En la cuarta sección se toman en cuenta las evaluaciones nacionales de aprendizaje y se indaga en la capacidad de los estudiantes de cumplir con los estándares establecidos localmente.

¿Cómo se comparan los estudiantes de los países de América Latina y el Caribe con sus pares internacionales?

El Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, por sus siglas en inglés) y el Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (Informe PISA, por sus siglas en inglés) son dos de las más importantes evaluaciones internacionales para

estudiantes en matemáticas y ciencias, estas permiten realizar comparaciones entre los estudiantes de ALC y sus pares en diferentes países¹. Para los países que participan en ambas evaluaciones periódicas, los resultados tienden a estar correlacionados;

¹ PISA es el Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, desarrollado por la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, que se administra periódicamente en los países participantes en todo el mundo, www.oecd.org/pisa. TIMSS es el Estudio de las Tendencias en Matemáticas y Ciencias, administrado periódicamente por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA, por sus siglas en inglés), <http://timss.bc.edu/timss2011/>. El Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) evalúa el conocimiento y las habilidades de los estudiantes de tercer y sexto grado en la región. En esta tercera ronda, realizada en el 2013, 15 países participaron en el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE), www.unesco.org/.

sin embargo, es importante considerar los resultados de forma independiente, puesto que miden cosas muy diferentes y en momentos distintos del ciclo educativo.

El TIMSS evalúa el conocimiento de contenidos de estudiantes de cuarto y octavo grado en matemáticas y ciencias en base a los currículos de los países participantes; por lo tanto, refleja las habilidades y conocimientos que se enseñan en las escuelas. PISA, que no está vinculado al contenido específico por grado de un país, evalúa lo que sabe un estudiante de 15 años y lo que puede hacer con ese conocimiento para participar plenamente en la sociedad. Aunque PISA captura las habilidades de los alumnos hacia el final de su educación obligatoria, la prueba es relevante al analizar la educación temprana en matemáticas y ciencias porque refleja la

acumulación de habilidades y conocimientos adquiridos por el estudiante durante toda su trayectoria en la escuela.

Los resultados de estos dos estudios revelan que los países de la región ALC consistentemente se ubican entre los últimos lugares y un gran porcentaje de sus estudiantes no cuenta con las competencias que debería tener. En la ronda más reciente del TIMSS (2011), los 2 países de la región que participaron, Chile y Honduras, obtuvieron resultados deficientes dentro de los 59 países participantes. En PISA 2012, los 8 países participantes de la región se ubicaron entre los 20 peores de los 65 participantes, más de la mitad de sus estudiantes no pudieron alcanzar el nivel mínimo de competencia.

Tabla 1.1. Porcentaje de estudiantes que han alcanzado los niveles de aprendizaje internacionales en matemáticas (TIMSS 2011)

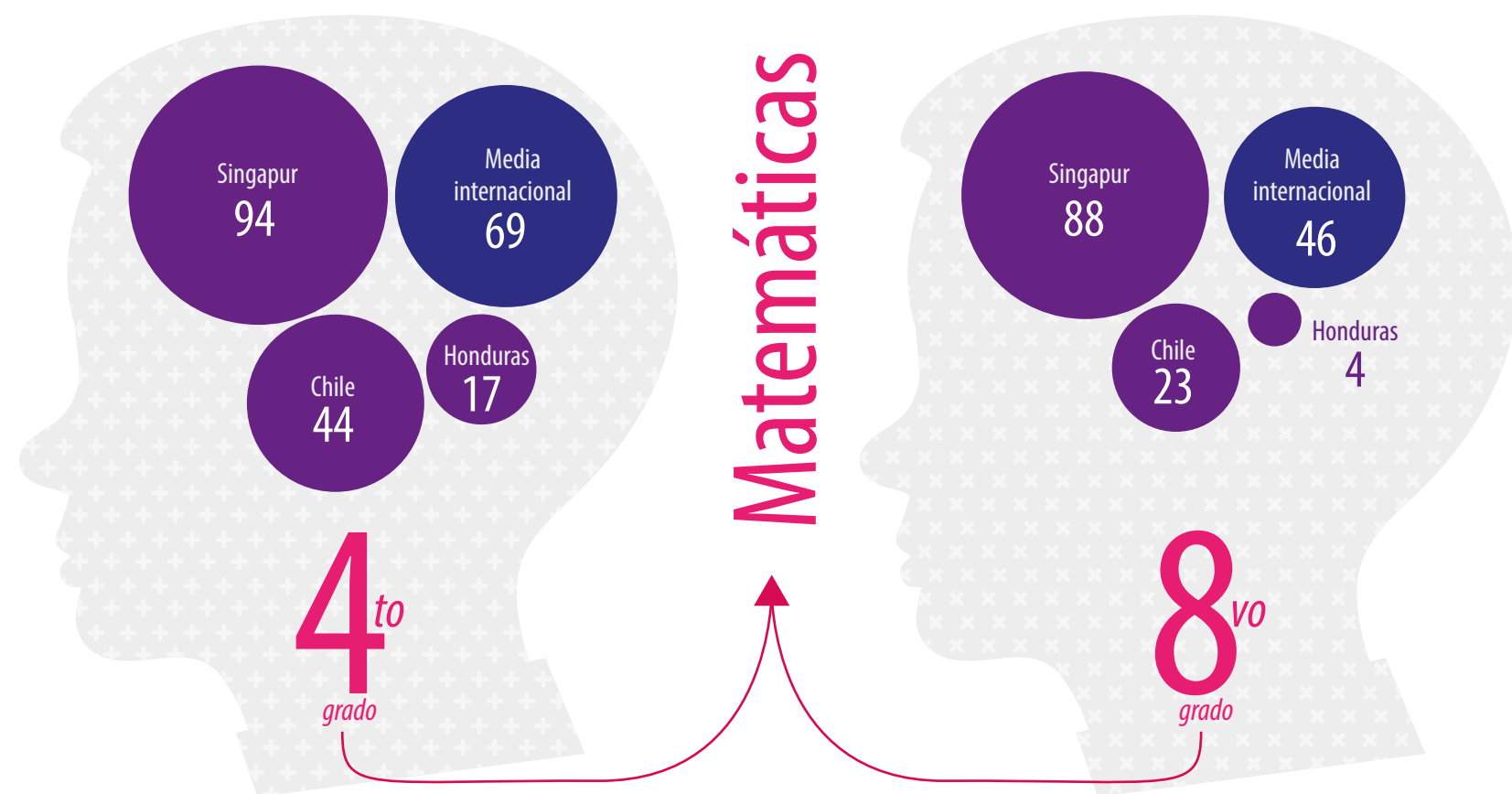
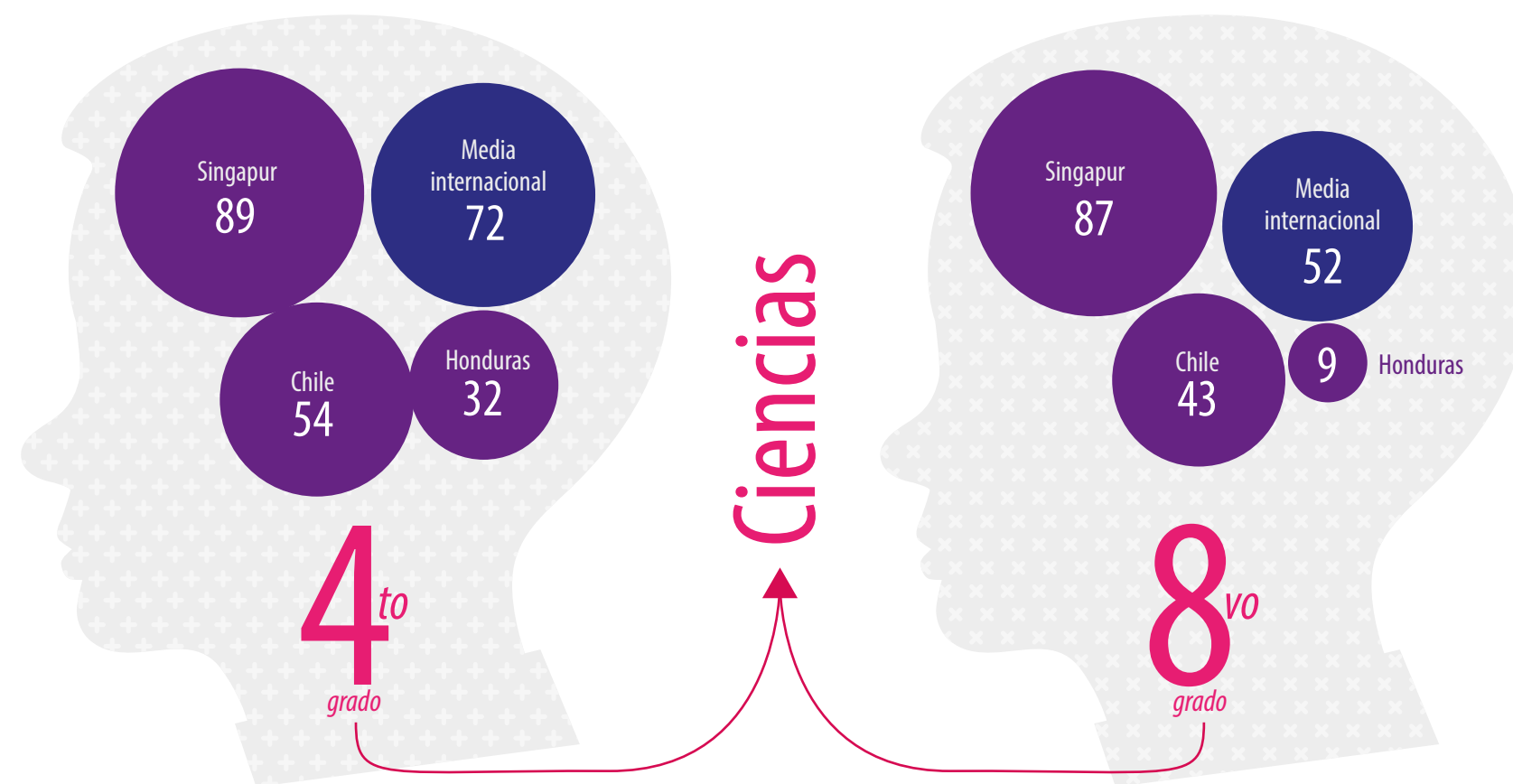


Tabla 1.2. Porcentaje de estudiantes que han alcanzado los niveles de aprendizaje internacionales en ciencias (TIMSS 2011)



Cuadro 1.2. Niveles de logro de aprendizaje de PISA 2012

En el Estudio PISA, los logros de aprendizaje de los estudiantes se reportan en una escala del 0 al 1.000, en la que cada 41 puntos en matemáticas y 38 puntos en ciencias equivalen a un año escolar de aprendizaje en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. A continuación se presentan ejemplos de habilidades que los estudiantes dominan en los seis años de la evaluación:

Fuente: Foy (2013).

Nota: Los estudiantes con calificaciones inferiores al nivel 1 no cuentan con las habilidades necesarias para completar correctamente las preguntas más fáciles de la evaluación PISA.

● Matemáticas
▼ Ciencias



Nivel 1

En matemáticas, los estudiantes pueden realizar acciones que son obvias y seguir procedimientos rutinarios. En ciencias, los estudiantes tienen un conocimiento científico limitado que puede ser aplicado a unas pocas situaciones familiares.

● 358 a 419 ▼ 335 a 409

Nivel 2

En matemáticas, los estudiantes pueden utilizar fórmulas básicas, algoritmos y procedimientos. En ciencias, los estudiantes pueden ofrecer explicaciones posibles de problemas en contextos familiares.

● 420 a 481 ▼ 410 a 483

Nivel 3

En matemáticas, los estudiantes pueden llevar a cabo procedimientos de múltiples pasos. En ciencias, los estudiantes pueden identificar y describir temas científicos en diferentes contextos.

● 482 a 544 ▼ 484 a 558

Nivel 4

En matemáticas, los estudiantes pueden trabajar con modelos concretos de situaciones complejas. En ciencias, los estudiantes pueden trabajar sobre un fenómeno concreto y hacer inferencias científicas.

● 545 a 606 ▼ 559 a 632

Nivel 5

En matemáticas, los estudiantes pueden trabajar con modelos de problemas avanzados. En ciencias, los estudiantes pueden identificar conocimientos científicos en situaciones complejas de la vida.

● 607 a 668 ▼ 633 a 707

Nivel 6

En matemáticas, los estudiantes pueden investigar y modelar situaciones de problemas avanzados. En ciencias, los estudiantes pueden aplicar conocimientos científicos a situaciones complejas de la vida.

● 669 o más ▼ 708 o más

En el TIMSS 2011, los 2 países que participaron de la región obtuvieron resultados deficientes tanto en matemáticas como en ciencias. Los estudiantes hondureños de cuarto grado lograron una calificación promedio en matemáticas de 396, por debajo del nivel internacional bajo, que se ubica en 400 (cuadro 1.1), y Honduras quedó entre los peores 7 de los 59 países y entidades sub-nacionales participantes. La calificación promedio de la evaluación de matemáticas en el octavo grado fue de 338, la penúltima en todo el mundo. Esto significa que únicamente un quinto de los estudiantes hondureños alcanzaron, como máximo, el nivel de aprendizaje internacional bajo. (Tabla 1.1).

El desempeño deficiente de los estudiantes hondureños es particularmente preocupante dado que se esperaba que ellos - al igual que sus pares en Botsuana, Yemen y Sudáfrica - encontrarán la evaluación TIMSS muy difícil para su nivel de grado, así que se les dio la prueba de cuarto grado a los estudiantes de sexto grado y la prueba de octavo grado a los estudiantes de noveno grado. A los estudiantes de cuarto grado de Chile les fue mejor; en promedio, ellos obtuvieron una calificación de 462, quedando sólo un poco por debajo del nivel de aprendizaje internacional intermedio. Sin embargo, la calificación promedio de matemáticas de los estudiantes de octavo grado bajó a 416, colocando a los alumnos chilenos más cerca del nivel de aprendizaje internacional bajo.

En ciencias, los estudiantes de sexto grado de Honduras obtuvieron una calificación promedio de 432 en el examen de sexto grado, superando únicamente a 12 de los 59 sistemas educativos participantes. En la evaluación del octavo grado, los estudiantes de noveno grado de Honduras alcanzaron un promedio de 369 puntos, lo que los coloca en el antepenúltimo puesto. En promedio, los estudiantes de cuarto grado chilenos alcanzaron los 480 puntos, ligeramente por encima del nivel de aprendizaje internacional intermedio (tabla 1.2); sin embargo, en el ámbito de las matemáticas, para el octavo grado la calificación promedio disminuyó a 461

puntos, quedando por debajo del nivel de aprendizaje internacional intermedio.

Los ocho países de América Latina que participaron (junto a otros 65 países) en el Estudio PISA 2012 fueron Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay.² Los niveles de logros de aprendizaje de la prueba se definen en el cuadro 1.2. De la región, los países que participaron obtuvieron un desempeño que los ubicó en el tercio más bajo del estudio en todas las materias. En matemáticas y ciencias, los países de América Latina estuvieron entre los peores 20 desempeños. En general, Chile obtuvo el mejor desempeño de la región de América Latina y Perú obtuvo el peor - quedando en el último lugar no sólo dentro de la región, sino de todos los participantes.

El alumno promedio en América Latina alcanza sólo los niveles más bajos de la evaluación PISA. Siete países de la región tienen una calificación promedio en matemáticas por debajo del Nivel 2 y cuatro países tienen un promedio en ciencias por debajo de este nivel, que es considerado el umbral mínimo de habilidades básicas en una materia. Los estudiantes que se desempeñan por debajo del Nivel 2 no pueden interpretar y reconocer preguntas que requieren más que una inferencia directa. Tampoco son capaces de analizar resultados literalmente o de utilizar algoritmos, fórmulas o procedimientos básicos para resolver problemas utilizando números enteros. La única excepción en la región fue Chile, que cruzó este umbral por un margen pequeño. En ciencias, los estudiantes no son capaces de explicar fenómenos familiares o hacer inferencias basándose en investigaciones simples.

Los países con mayor proporción de estudiantes con desempeños deficientes en matemáticas fueron Perú y Colombia, en los que tres cuartos de los estudiantes alcanzaron únicamente el nivel más bajo de desempeño (tabla 1.3). Incluso

² El único país anglo parlante del Caribe que ha participado en el Estudio PISA es Trinidad y Tobago, pero el mismo no participó en la evaluación del 2012; por lo tanto, presentamos los datos de Trinidad y Tobago correspondientes al 2009.

en Chile, México y Trinidad y Tobago - los países de ALC con la menor proporción de estudiantes con desempeños deficientes - más de la mitad de los estudiantes estuvieron en este nivel. En comparación, sólo 23 por ciento de los estudiantes de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) se desempeñan en los niveles más bajos de logros de aprendizaje. En los tres países con mejores resultados en el Estudio PISA, menos del 10 por ciento de los estudiantes se desempeñó en este nivel.

En ciencias, la situación fue similar y la única excepción fue Chile, en donde el 35 por ciento de los estudiantes obtuvieron una calificación menor a la correspondiente para el Nivel 2.

El estudiante promedio de la región tiene cinco años escolares de retraso en comparación con un estudiante de alguno de los líderes de la clasificación, Shanghai y China, y más de dos años de retraso en comparación con un alumno promedio de un país de la OCDE. Incluso al compararlos con estudiantes de regiones con niveles de desarrollo económico similares, los estudiantes de la región se desempeñaron por debajo de sus pares. Por ejemplo, Chile y Letonia tienen un ingreso per cápita similar, pero Chile se ubicó en el lugar 51 en matemáticas, mientras que Letonia en el 28.

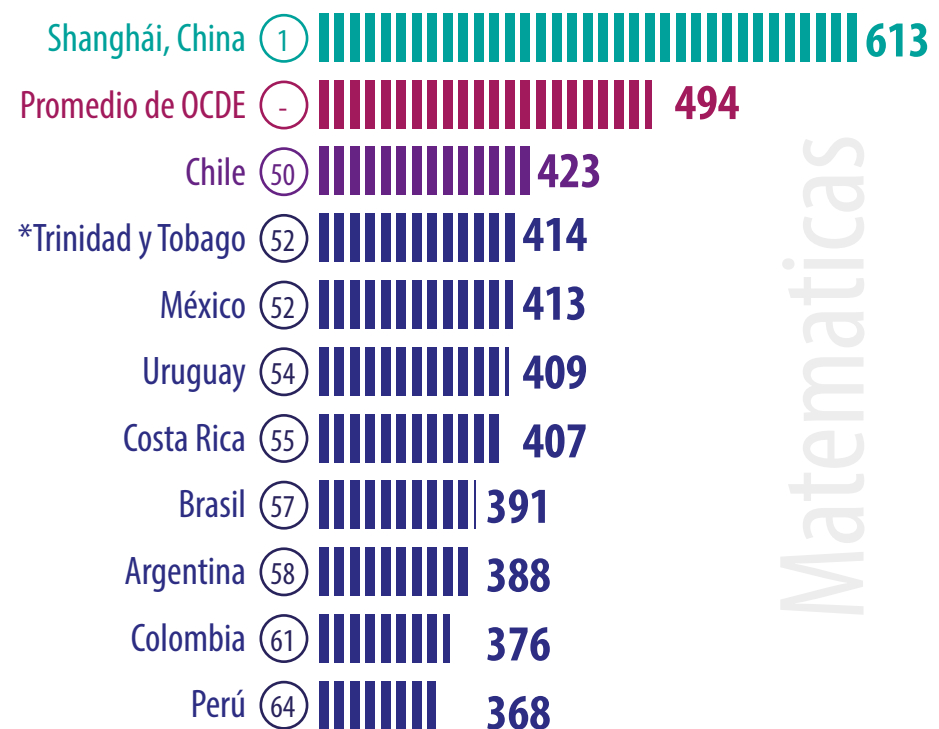
El nivel de desarrollo económico de Chile es similar al de Croacia, pero los estudiantes croatas tienen mejores resultados académicos. Sólo el 30 por ciento de los estudiantes de Croacia alcanzaron el Nivel 2 de matemáticas, en comparación con un 52 por ciento de los estudiantes chilenos (tabla 1.4). De forma similar, en Vietnam 14 por ciento de los estudiantes tuvieron desempeños por debajo del Nivel 2 en matemáticas, en comparación con un sorprendente 75 por ciento de los estudiantes en Perú. En Turquía, 42 por ciento de los estudiantes se desempeñaron en este nivel, en comparación con un 56 por ciento de los estudiantes de Uruguay. Por supuesto hay muchas diferencias entre los sistemas educativos de estos países. Sin embargo, comparar países con niveles similares de desarrollo económico pone en perspectiva el desempeño de los estudiantes de los diferentes sistemas educativos.

De los estudiantes de la región ALC, muy pocos pudieron obtener los niveles más altos de logros de aprendizaje. En matemáticas, menos de 1 por ciento de los estudiantes de la mayoría de los países de la región alcanzaron los niveles más altos en la prueba PISA (Nivel 5 y Nivel 6). Chile, Uruguay y Trinidad y Tobago lograron las proporciones más altas de alumnos sobresalientes, pero incluso en estos países sólo aproximadamente el 2 por ciento alcanzó el Nivel 5 o 6. Comparativamente, 55 por ciento de los estudiantes en Shanghái, China, alcanzaron estos niveles. El porcentaje para los países de la OCDE es de 12 por ciento.

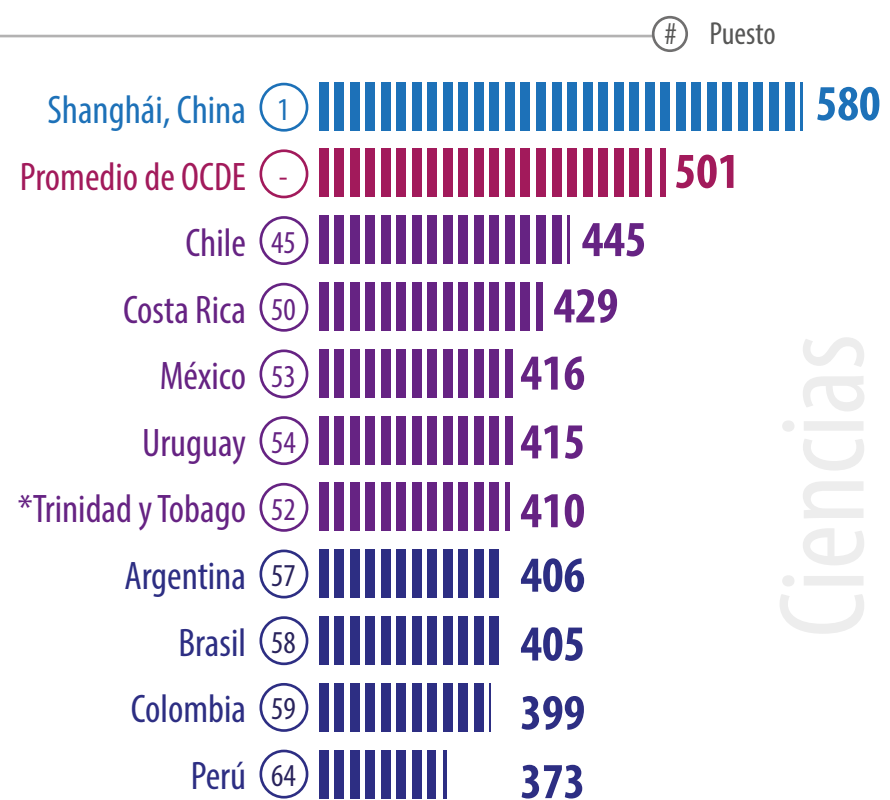
En ciencias, el porcentaje de los estudiantes de la región que obtuvieron calificaciones correspondientes a los dos niveles más altos de logros de aprendizaje fue muy bajo (menos del 0,5 por ciento). De nuevo, Chile, Uruguay y Trinidad y Tobago obtuvieron los porcentajes más altos de estudiantes sobresalientes en comparación con otros países de América Latina. Perú no tuvo prácticamente ningún estudiante en estos niveles (menos de 0,1 por ciento).

Los estudiantes con desempeños superiores saben utilizar el pensamiento

Tabla 1.3. Calificación en matemáticas y ciencias en PISA 2012



Matemáticas



Ciencias

Fuente: OCDE (2014).
* PISA 2009.

Tabla 1.4a. Estudiantes que obtuvieron calificaciones que los ubicaron en el Nivel 2 o más en ciencias, por país, en PISA 2012



Fuente: OCDE (2014).

Tabla 1.4b. Estudiantes que obtuvieron calificaciones que los ubicaron en el Nivel 2 o más en matemáticas, por país, en PISA 2012



Fuente: OCDE (2014).

crítico y las evidencias. En matemáticas, los estudiantes de los niveles más altos pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias para resolver problemas matemáticos complejos. En ciencias, los estudiantes pueden identificar fenómenos científicos en situaciones cotidianas, aplicar sus conocimientos científicos a estos fenómenos, además de comparar, seleccionar y evaluar evidencias científicas para responder a los mismos. Prácticamente ningún estudiante en la región cuenta con estas importantes habilidades al completar su educación obligatoria.

Además de revelar los logros de los estudiantes en matemáticas y ciencias, la prueba PISA 2012 arrojó algunas luces en relación a sus habilidades para solucionar problemas. Aunque las tareas de solución de problemas son evaluadas en los ámbitos de matemáticas, ciencias y lectura, en el Estudio PISA 2012 (al igual que en el PISA 2003) se evaluó adicionalmente la solución de problemas como un ámbito separado. La evaluación de solución de problemas

considera las habilidades generales de razonamiento de los estudiantes, sus habilidades en la regulación de procesos para la solución de problemas y su disposición para resolverlos. La evaluación mide los procesos cognitivos generales de los estudiantes en la solución de problemas en lugar de su capacidad de solucionar problemas en materias particulares. En PISA 2012, cuatro países de América Latina participaron en la evaluación de las habilidades de solución de problemas: Chile, Brasil, Uruguay y Colombia.

Estos cuatro países latinoamericanos quedaron en los últimos puestos de desempeño en solución de problemas. Una gran proporción de estudiantes se desempeñaron por debajo del nivel de competencias mínimo en la prueba. Entre los 44 países participantes, aquellos que venían de América Latina estuvieron entre los últimos 10, incluyendo a Colombia que quedó en el último puesto de todo el mundo.

Una gran proporción de estudiantes no pudo alcanzar ni siquiera el nivel más básico (Nivel 2) de las competencias en solución de problemas, un punto necesario para poder participar de forma efectiva y proactiva en las sociedades del siglo XXI. Sesenta por ciento de los estudiantes de Colombia y Uruguay obtuvieron resultados por debajo de este nivel. En Brasil y Chile, la proporción de estudiantes que no llegaron a este nivel, aunque fue menor, siguió siendo decepcionantemente alta, 47 y 38 por ciento respectivamente. Esto significa que un estudiante promedio en cualquiera de estos países es capaz de resolver únicamente problemas muy sencillos, que estén presentados de forma familiar y para los que no sea necesario pensar anticipadamente. En comparación, entre los países de la OCDE sólo un quinto de los estudiantes tienen una limitación similar en sus habilidades para solucionar problemas.

Tabla 1.5. Habilidades para la solución de problemas de acuerdo con el Estudio PISA 2012 por país



Fuente: OCDE (2014).

¿Cuánto tiempo les tomará a los estudiantes de la región ALC alcanzar el nivel de sus pares de otros países?

A lo largo del tiempo, algunos países en la región han progresado en la mejora de las habilidades de sus estudiantes. (Los resultados del Estudio PISA en matemáticas han sido comparables desde el 2003 y en ciencias desde el 2006). Al analizar la evolución a lo largo del tiempo, hay una amplia variación en las tendencias nacionales en la región.

Brasil, Chile, México y Perú han logrado reducir la proporción de estudiantes que caen en los niveles más bajos de logros de aprendizaje. En matemáticas, México ha reducido la proporción de estudiantes con calificaciones por debajo del Nivel 2 en más de 11 puntos porcentuales entre el 2003 y el 2012, más que cualquier otro país participante durante ese mismo período. Brasil logró la cuarta mayor disminución en el mundo, reduciendo en más de ocho puntos porcentuales la proporción de estudiantes con desempeños en los niveles inferiores. En ciencias, Brasil logró la sexta disminución más grande del mundo, reduciendo la proporción de estudiantes en los niveles más bajos por más de siete puntos porcentuales. Brasil fue el único país en la región que redujo la proporción de los estudiantes con peores desempeños tanto en matemáticas como en ciencias.

Considerando las tendencias en los promedios de las calificaciones nacionales

en PISA, Brasil y México están entre los cinco países del mundo que mejoraron sus calificaciones promedio en matemáticas. Las calificaciones subieron 35 y 28 puntos, respectivamente, lo que es equivalente a dos tercios de un año escolar en los países de la OCDE. Brasil adicionalmente mejoró su calificación promedio en ciencias y tuvo la mayor ganancia en calificaciones promedio en ambas materias.

Otros participantes de América Latina mostraron tendencias menos favorables. En Uruguay, la proporción de estudiantes que se ubicaron en los niveles más bajos de logros de aprendizaje aumentó tanto en matemáticas como en ciencias. Uruguay también estuvo entre los 15 países en los que el promedio de calificaciones tanto en ciencias como en matemáticas disminuyó. Ni en Argentina ni en Costa Rica hubo cambios significativos en ninguna de las materias. En seis de los países latinoamericanos no hubo ningún cambio significativo en ciencias.

Con el ritmo actual de progreso, le tomará décadas a la región de ALC alcanzar niveles aceptables de desempeño. En el 2012, por primera vez, el Estudio PISA reportó mejoras anuales en las calificaciones promedio de cada país. De acuerdo a estos datos, sólo unos pocos países de la región están actualmente encaminados a alcanzar el desempeño promedio de los países de la OCDE (500 puntos) (tabla 1.6). Incluso para los países de la región que están cerca de este promedio y mejorando a un paso más veloz, se proyecta que alcanzar este nivel de desempeño les tomará varias décadas: 27 años para Brasil en matemáticas y 39 años para Argentina en ciencias. Considerando la tasa actual de progreso, Chile tardaría más de cuatro décadas en alcanzar el promedio de los países de la OCDE.

En contraste, para muchos de los países que están fuera de la región y cuentan con niveles de desempeño similares a los de sus pares en América Latina, llegar a los niveles de desempeño promedio de los países de la OCDE es una meta alcanzable. Por ejemplo, se proyecta que Malasia necesitará nueve años para ponerse al día en matemáticas; mientras que Kazajstán necesitará nueve años en ciencias. Para la región en conjunto,

¿Qué significan los bajos niveles de logros de aprendizaje?

A nivel regional, casi todos los países de América Latina participaron en el examen de matemáticas y ciencias administrado por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE), que evalúa el conocimiento y las habilidades de los estudiantes de tercer y sexto grado. En su tercera ronda, durante el 2013, 15 países participaron en el Tercer Estudio Regional Explicativo y Comparativo (TERCE). Las ventajas de esta evaluación en comparación con TIMSS y PISA es que refleja y evalúa mejor las habilidades de los estudiantes de la región, ya que las mide más temprano en el ciclo escolar (tercer y sexto grado) y por lo tanto permite a los países implementar políticas para mejorar los resultados mientras los estudiantes que han hecho la prueba aún están en la escuela. Adicionalmente, participa una proporción mucho más grande de países de la región.

Los resultados del TERCE 2013 mostraron que un gran porcentaje de los estudiantes en la región no alcanzan el nivel mínimo de competencia, confirmando los resultados de la prueba PISA. Únicamente la mitad de los estudiantes de tercer grado en la región son competentes en matemáticas y sólo el 53 por ciento y el 60 por ciento de los estudiantes de sexto grado han adquirido y desarrollado competencias en matemáticas y ciencias, respectivamente. La variación entre los países es amplia. Chile, México, Uruguay y Costa Rica lideraron las puntuaciones de la región,

Tabla 1.6. Años para alcanzar el promedio de la OCDE



El promedio de la OCDE es inalcanzable con la tasa actual de crecimiento.

Argentina
Perú
Costa Rica
Colombia
Uruguay



con porcentajes más altos de estudiantes que han alcanzado niveles de competencia en matemáticas y ciencias. Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay y la República Dominicana estuvieron entre las peores puntuaciones, con porcentajes muy por debajo de los estudiantes que dominan las habilidades básicas. Los países de la región que participaron en el examen PISA están en los puestos superiores de la clasificación TERCE. Si los países con peores

desempeños en TERCE hubieran participado en el Estudio PISA, sería razonable asumir que hubieran quedado en los últimos puestos del mismo.

Los niveles de competencia revelados en estas pruebas arrojaron luces sobre el desempeño de los estudiantes de los países ALC en matemáticas y ciencias. Las tablas 1.7, 1.8a y 1.8b muestran el porcentaje de estudiantes ubicados en cada nivel de competencia y ofrecen una

breve descripción de sus capacidades correspondientes. El alto porcentaje de estudiantes en niveles bajos de competencia debería ser un tema de preocupación para la región, porque significa que los estudiantes no han logrado dominar las habilidades básicas que les permitirán tener éxito en la escuela y continuar su aprendizaje en matemáticas y ciencias.

¿Alcanzan los estudiantes de América Latina y el Caribe las expectativas nacionales?

Además de las tres evaluaciones internacionales y regionales – TIMSS, PISA y TERCE – que nos permiten comparar el desempeño de los estudiantes de los diferentes países, casi todos los países de la región ALC realizan evaluaciones nacionales en base a sus currículos en matemáticas y ciencias. Estos exámenes dan cuenta de lo

que los niños saben y deberían saber de acuerdo a los estándares de aprendizaje definidos nacionalmente.

En esta sección se examinan las evaluaciones nacionales de educación primaria y se utilizan definiciones locales de competencia para determinar la proporción de estudiantes que cumplen con los estándares. Hemos observado que la proporción de estudiantes que alcanzan niveles de competencia de acuerdo a los

Tabla 1.7. Proporción de estudiantes de sexto grado que alcanzan el nivel de competencia en ciencias de acuerdo con TERCE (%)

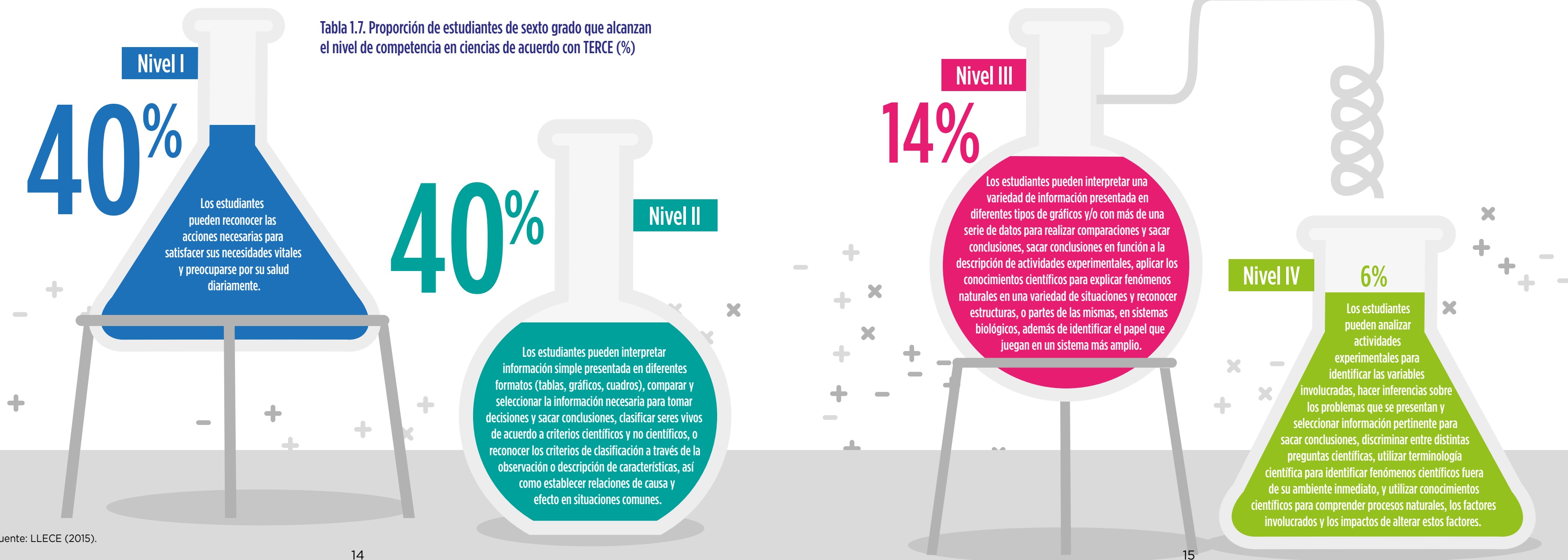
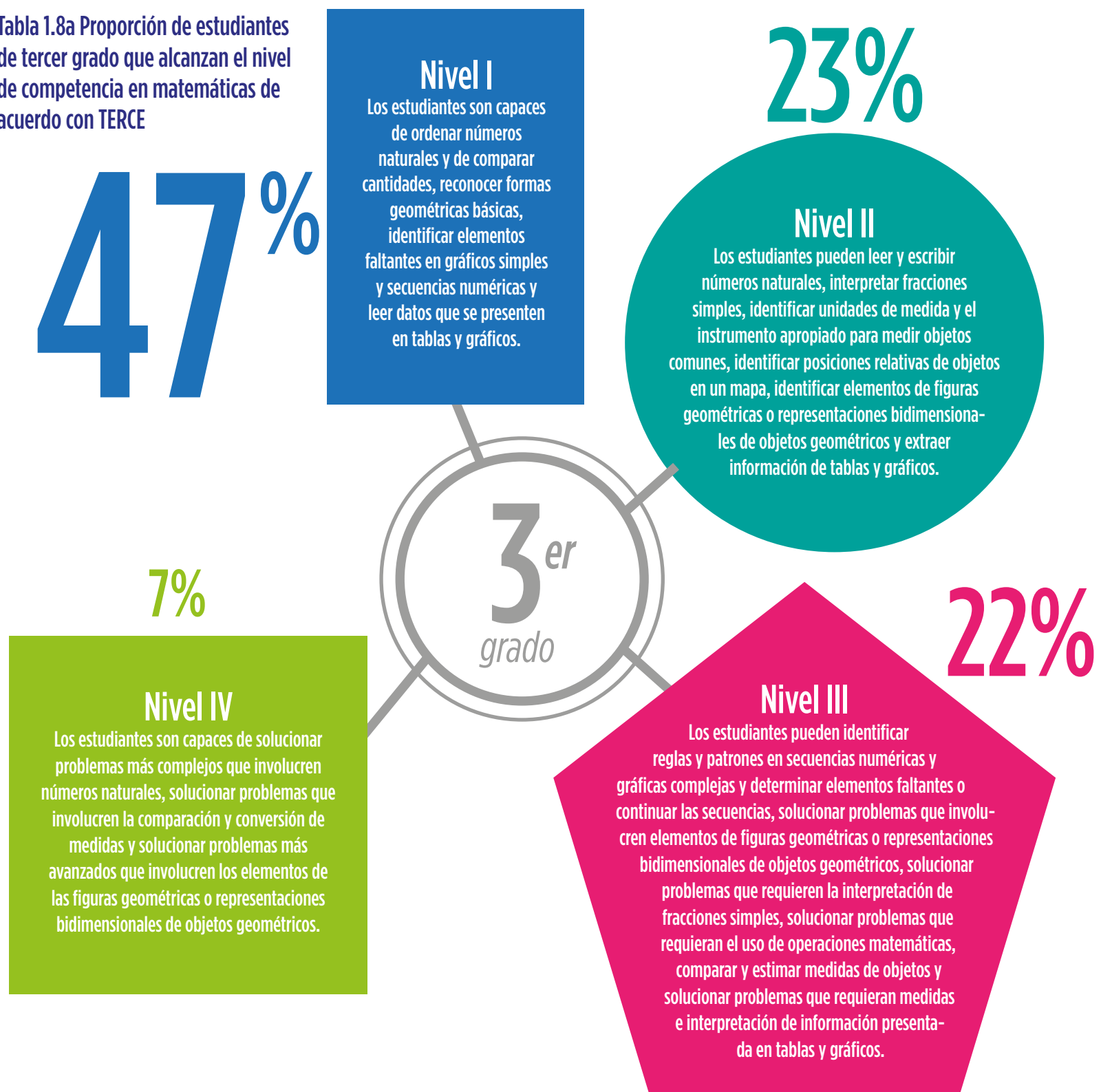


Tabla 1.8a Proporción de estudiantes de tercer grado que alcanzan el nivel de competencia en matemáticas de acuerdo con TERCE



estándares nacionales varía ampliamente de un país a otro. Por ejemplo, en Chile menos de un cuarto de los estudiantes de cuarto grado alcanzaron el nivel de logros de aprendizaje que es considerado satisfactorio (Nivel 3) en su evaluación nacional del 2013, SIMCE. En la República Dominicana, la Evaluación Diagnóstica de la Educación Básica del 2010 arrojó que el 58 por ciento de los estudiantes de cuarto grado alcanzó el nivel básico de competencia (Nivel II), que se considera el nivel en el que los estudiantes no sólo conocen los conceptos sino que pueden aplicarlos.

Contrastando los resultados de las evaluaciones nacionales y los resultados del TERCE, observamos que el porcentaje de estudiantes que alcanzaron el nivel de competencias en las evaluaciones de aprendizaje nacionales y aquellos que alcanzaron el nivel de competencias en las pruebas regionales estandarizadas TERCE difiere en gran medida (gráfico 1.1). Esta divergencia apunta a las diferencias entre los estándares en matemáticas y ciencias que definen los países y los que están definidos regionalmente.

Muchos países de la región han definido estándares nacionales de competencia más estrictos que los estándares del TERCE. Estos son los países que se muestran sobre la línea diagonal en el gráfico 1.1, pues tienen una proporción más alta de estudiantes que calificaron como competentes en matemáticas y ciencias en la prueba regional TERCE, en relación a la proporción de estudiantes que se consideraron competentes en las pruebas nacionales. En contraste, los países que están debajo de la línea representan a aquellos estudiantes que sacaron calificaciones menores en la prueba TERCE que en la evaluación nacional, lo cual implica que los estándares nacionales de competencia están por debajo de aquellos correspondientes a las pruebas estándar regionales.

En los últimos años de la escuela primaria, los países de mejor desempeño en la prueba TERCE demostraron tener estándares nacionales más estrictos que los países con desempeños menores. En Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, México

y Uruguay, 60 por ciento o más de los estudiantes alcanzaron al menos el Nivel II en el examen de matemáticas TERCE. A excepción de Argentina, estos países tienen en común el hecho de que una proporción menor de estudiantes alcanzó el nivel de competencia en el examen nacional en comparación con los que lo hicieron en el examen TERCE. Entre los estudiantes uruguayos, por ejemplo, sólo el 13 por ciento obtuvo puntuaciones superiores a los estándares nacionales de matemáticas en la Evaluación Nacional de Logros en Matemáticas y Lenguaje del 2009; mientras que el 74 por ciento de los estudiantes obtuvo calificaciones correspondientes al Nivel II o a niveles superiores en la prueba TERCE. En ciencias, la evaluación propia de Uruguay colocó únicamente al 8 por ciento de sus estudiantes por encima de los estándares nacionales, mientras que en la prueba TERCE, 63 por ciento de los estudiantes alcanzaron el Nivel II o un nivel superior. Similarmente, en Costa Rica el 70 por ciento de los estudiantes alcanzaron los estándares de la prueba TERCE, mientras que sólo el 32 por ciento de los estudiantes alcanzaron los estándares nacionales.

En Argentina, la proporción de estudiantes que alcanzaron el nivel de competencia en el examen nacional fue ligeramente mayor a la de estudiantes que tuvieron éxito en la prueba TERCE, con 64 por ciento de los estudiantes de sexto grado y 74 por ciento de los estudiantes de tercer grado alcanzando el Nivel II o niveles superiores en el examen TERCE. Aproximadamente la mitad de los estudiantes en Paraguay alcanzaron los estándares nacionales en matemáticas en el tercer y sexto grado, y en primer, tercer y sexto grado en Guatemala; mientras que únicamente el 31 por ciento en Paraguay y el 44 por ciento de los estudiantes en Guatemala alcanzaron los estándares TERCE para el sexto grado (ver el gráfico 1.1). De forma similar, en la República Dominicana, 58 por ciento de los estudiantes de cuarto grado alcanzaron los estándares nacionales, sin embargo sólo el 19 por ciento de los mismos alcanzaron el estándar correspondiente en la evaluación

Tabla 1.8b Proporción de estudiantes de sexto grado que alcanzan el nivel de competencia en matemáticas de acuerdo con TERCE

47%

Nivel I

Los estudiantes son capaces de estimar el peso y la longitud de objetos, identificar posiciones relativas en mapas, identificar reglas o patrones en secuencias de números simples y continuar las secuencias, ordenar números naturales y decimales, utilizar el sistema decimal y el sistema monetario, solucionar problemas que involucren proporciones y leer datos que se presenten en tablas y gráficos.

35%

Nivel II

Los estudiantes pueden resolver problemas simples que involucren números naturales, decimales y fracciones, solucionar problemas utilizando proporciones, relacionar vistas especiales diferentes, determinar términos que faltan o continuar secuencias gráficas y numéricas, identificar los ángulos agudos, rectos y obtusos, determinar medidas de longitud y volumen de objetos utilizando instrumentos graduados, calcular los perímetros y áreas de los polígonos.

6^{to} grado

5%

Nivel IV

Los estudiantes pueden solucionar problemas más complejos que involucren operaciones con números naturales, decimales, fracciones y proporciones, solucionar problemas más complejos que involucren el cálculo de perímetros, áreas y ángulos de polígonos, y solucionar problemas que requieran la interpretación de datos presentados en tablas y gráficos complejos.

12%

Nivel III

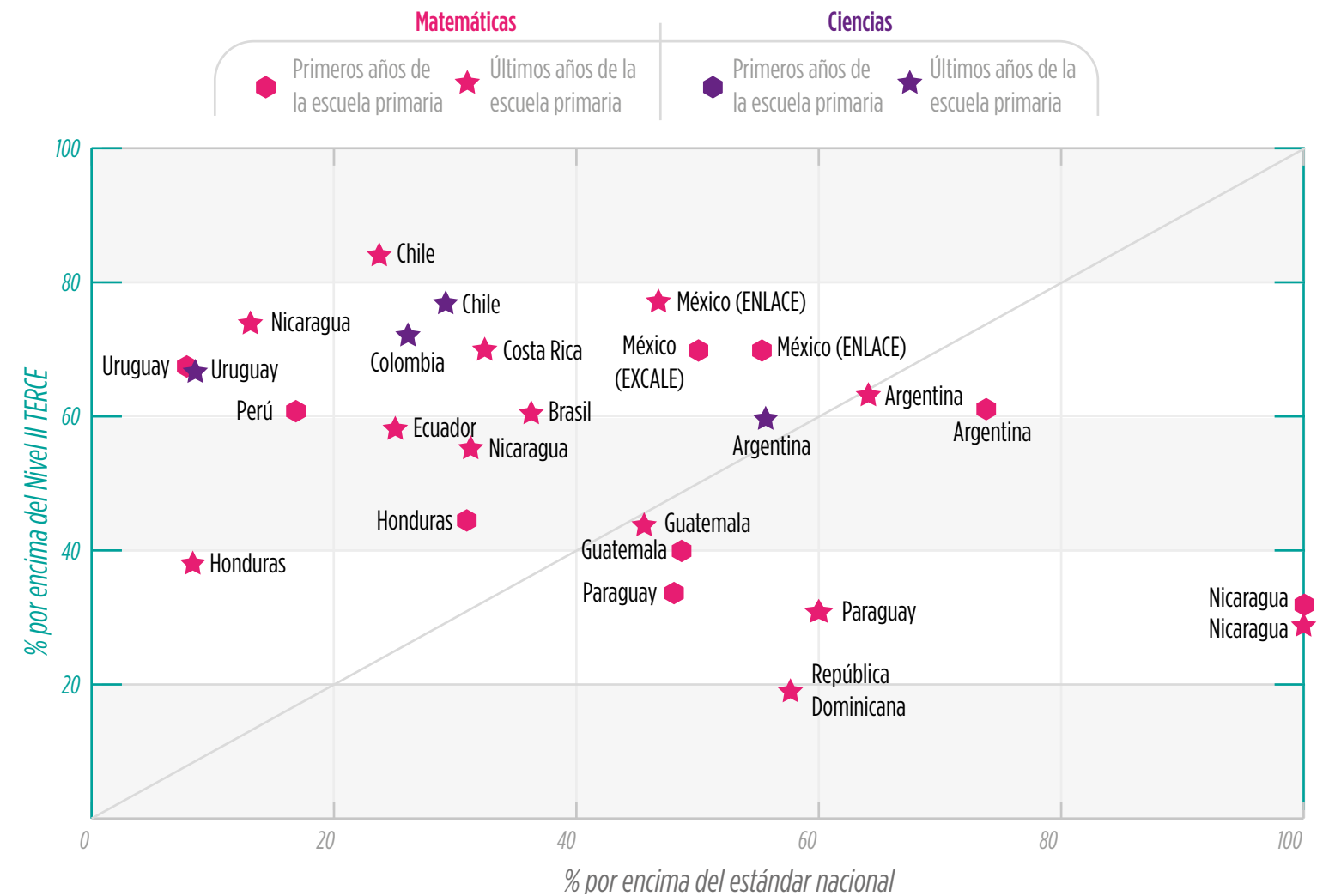
Los estudiantes pueden solucionar problemas que involucren números naturales, decimales o fracciones, solucionar problemas utilizando proporciones o que requieran la interpretación de resultados, convertir unidades de medida y solucionar problemas que involucren medidas, identificar características comunes de los términos en las secuencias numéricas, solucionar problemas que involucren el cálculo de perímetros y áreas de polígonos y solucionar problemas que requieran la lectura e interpretación de tablas y gráficos.

TERCE. Nicaragua reporta que 100 por ciento de sus estudiantes de tercer y sexto grado alcanzaron el nivel de competencia en matemáticas en su examen nacional, mientras que menos de un tercio de los estudiantes de cada grado alcanzaron los niveles de competencia en la prueba TERCE.

Reflexiones finales

Los resultados de las evaluaciones nacionales, regionales e internacionales muestran que una gran proporción de estudiantes de la región ALC no cuentan con las habilidades en matemáticas, ciencias y de solución de problemas que necesitarán para tener éxito en la escuela y participar completamente en la sociedad. El problema

Gráfico 1.1. Estudiantes que han alcanzado niveles de competencia en las evaluaciones regionales y nacionales (%)



Fuentes: LLECE (2015) y las siguientes evaluaciones educativas nacionales: ONE (2010); Prova Brasil (2011); SIMCE (2013); SABER (2009); Pruebas Diagnósticas Nacionales (2010); Evaluación Diagnóstica de Educación Básica (2010); SER (2008); Pruebas Censales (2005); DIGEDUCA (2010); ENLACE y EXACALE; Evaluación Nacional de Logros Académicos (2006); SNEPE (2012); ECE (2013); Evaluación Nacional de Logros en Matemáticas y Lenguaje (2009).

no se limita a la gran proporción de estudiantes que tuvieron desempeños deficientes en las pruebas internacionales. Es importante notar que la región tiene una cantidad muy limitada de estudiantes de alto desempeño. Este es un problema muy serio, porque se necesita una masa crítica de estudiantes sobresalientes para la construcción de la competitividad y la innovación en un país.

Al ritmo actual de progreso, le tomará a la región de ALC varias décadas alcanzar el nivel de los países con desempeños más elevados e incluso cumplir sus expectativas

nacionales en el aprendizaje de matemáticas y ciencias. Sin embargo, la región no puede costearse esta espera. Aumentar la proporción de estudiantes sobresalientes y disminuir la proporción de estudiantes en los niveles más bajos de aprendizaje no deben ser temas mutuamente excluyentes. Desde su participación en PISA, Albania, Israel y Polonia han aumentado simultáneamente sus proporciones de estudiantes sobresalientes y disminuido sus proporciones de estudiantes con desempeños inferiores.

La región ALC necesita enfocar sus esfuerzos en mejorar la calidad de la educación en matemáticas y ciencias para asegurarse de que todos los estudiantes tengan las mismas oportunidades que Juan pudo tener. Juan logró ser exitoso en su carrera debido a las habilidades básicas que adquirió a través de su educación formal. Todos los estudiantes de la región merecen la misma oportunidad.

Referencias

Darling-Hammond, Linda y Laura Wentworth. 2010. Benchmarking learning systems: Student performance assessment in international context. Stanford, CA: Universidad de Stanford, Centro para las Políticas de Oportunidad en Educación de Stanford.

Evaluación Diagnóstica de Educación Básica. 2010. Evaluación diagnóstica de inicio del 4to grado de la educación básica: Informe de resultados. Ministerio de Educación, Santo Domingo, República Dominicana.

DIGEDUCA (Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa). 2010. Reporte general primaria. Ministerio de Educación, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

ECE (Evaluación Censal de Estudiantes). 2013. Informe nacional, evaluación censal de estudiantes. Ministerio de Educación, Lima, Perú.

ENLACE (Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares). 2013. Resultados históricos nacionales, 2006-2013. Secretaría de Educación Pública, Ciudad de México, México.

EXCALE (Exámenes de la Calidad y el Logro Educativo). 2010. El aprendizaje en 3° de primaria en México: Informe de resultados. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación, Ciudad de México, México.

Foy, Pierre (Ed.). 2013. TIMSS and PIRLS 2011 User Guide for the Fourth Grade Combined International Database. Boston, MA: Boston College.

LLECE (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación). 2015. Student Achievement in Latin America and the Caribbean: Results of the Third Regional Comparative and Explanatory Study (TERCE). Santiago, Chile: UNESCO, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC).

Pruebas de Diagnóstico Nacional. 2012. Informe nacional, pruebas nacionales diagnósticas: II ciclo de la educación general básica. Ministerio de Educación Pública, San José, Costa Rica.

Evaluación Nacional de Logro Académico. 2006. Informe de resultados: Evaluación nacional del redimiendo académico de 3° y 6° grado 2002-06. Ministerio de Educación, Managua, Nicaragua.

Evaluación Nacional de Logros en Matemáticas y Lenguaje. 2009. Evaluación nacional de aprendizajes en lengua, matemática y ciencias naturales 6° año, enseñanza primaria. Departamento de Evaluación de Aprendizaje, Montevideo, Uruguay.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2014. PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Mathematics, Reading and Science. Vol. I. París.

ONE (Programa Nacional de Educación). 2010. Operativo nacional de evaluación 2010: 3° y 6° año de la educación primaria - informe de resultados. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación.

Pruebas Censales. 2005. Logros de aprendizaje de educación básica en El Salvador. Ministerio de Educación de El Salvador, San Salvador.

SABER. 2009. Resultados nacionales, resumen ejecutivo: 5° y 9°. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), Bogotá.

SER. 2008. Resultados de las pruebas censales SER Ecuador. Ministerio de Educación, Quito, Ecuador.

SIMCE. 2013. Síntesis de resultados 4° y 8° año de educación básica. Agencia de Calidad de Educación, Gobierno de Chile, Santiago.

Yuan, K., y V-N Le. 2012. Estimating the percentage of students who were exposed to deeper learning on state achievement tests. Preparado por Rand Education para la Fundación William y Flora Hewlett. http://www.hewlett.org/uploads/documents/Estimating_Percentage_Students_Testing_on_Cognitively_Demanding_Items_Through_the_State_Achievement_Tests_RAND_3_2012.pdf.

Fuentes estadísticas

LLECE (Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación). 2015. Tercer estudio regional comparativo sobre lenguaje, matemática y factores asociados para alumnos del tercer y cuarto grado de la educación básica (TERCE). Base de datos regional.

Lo que nos Dice la Literatura sobre lo que Funciona en Matemáticas y Ciencias

Emma Näslund-Hadley, Rosangela Bando y Johan Luiz Rocha

Los niños de la clase de preescolar de la Srta. Guadalupe en Cancún, México, han estado leyendo y hablando sobre los seres vivos. Cuando se dieron cuenta de que había orugas cubriendo el árbol que estaba en la parte de afuera del salón de clase, la Srta. Guadalupe utilizó su repentino interés como un trampolín para hablarnos de los insectos y la metamorfosis. Entonces, decidió crear una unidad de estudio sobre el ciclo de vida de las mariposas. Conforme esta unidad progresaba, los alumnos notaron que los cúmulos que estaban en los árboles eran orugas y que algunas de ellas estaban comenzando a transformarse en capullos. Los niños sentían mucha curiosidad por estos cambios y la Srta. Guadalupe los alentó a hacer predicciones acerca de lo que

pasaría después. Los estudiantes le ofrecían una gran cantidad de respuestas y ella, junto a otros profesores, fue guiando la discusión hasta que llegaron a la hipótesis de que las orugas se convertirían en mariposas. Esto les ofreció a los docentes una posibilidad de continuación natural a la próxima unidad de estudio sobre las mariposas. Los niños comenzaron a estudiar los diferentes tipos de mariposas y cómo se clasificaban en función a sus características, a ellos les generaba mucho entusiasmo participar en actividades de clase y discutir los colores y patrones de las mariposas que veían en sus casas. Los estudiantes esperaron para ver si habían formulado la hipótesis correcta, es decir, si las orugas que estaban en el árbol terminaban convirtiéndose en mariposas.

La Srta. Guadalupe utilizó el interés espontáneo de sus estudiantes para embarcarse en el estudio de una unidad que no había sido planificada pero que representaba una experiencia valiosa de enseñanza y aprendizaje. Ella reconocía claramente la importancia de enseñar ciencias a los niños de preescolar en un contexto que fuera relevante para ellos y también entendía que era fundamental que sus estudiantes aprendieran a hacer observaciones y predicciones, así como a comunicar sus ideas y ofrecer explicaciones.

Aunque algunos profesores de América Latina y el Caribe utilizan estas técnicas para las ciencias tempranas, el tipo de enseñanza basada en las habilidades no es común en la región (Näslund-Hadley, Loera y Hepworth 2014). Las innovaciones pedagógicas que están emergiendo en la actualidad apuntan al desarrollo de distintas formas en las que se podría ayudar a los docentes a dominar este tipo de habilidades.

En este capítulo se describe el contexto en el que se conduce la educación temprana en matemáticas y ciencias y se destacan posibles reformas que prometen mejorar los resultados en estas materias.³ La primera sección describe las prácticas tradicionales asociadas con resultados deficientes e identifica las creencias desinformadas que subyacen a las mismas. En la segunda sección se realiza una revisión de las teorías y estrategias más innovadoras en la educación temprana en matemáticas y ciencias, haciendo especial énfasis en la reforma de los currículos y las prácticas emergentes de enseñanza. Por último, en la

³ Este capítulo se ha construido a partir de varios capítulos de Todos los Niños Cuentan: la Educación Temprana en Matemáticas y Ciencias en América Latina y el Caribe (Näslund-Hadley y Bando, próximo a publicarse en el 2016). Los capítulos son: "Desarrollo de las Habilidades Matemáticas en la Infancia Temprana" por Lindsey Richland y Rebecca Frause; "Profesores con los que Contar: Apoyando a los Profesores de Matemáticas de la Primaria" por Marta Civil y Sandra Crespo; "El Poder de la Investigación: Por qué las Ciencias Pertenecen a las Aulas de Clase de la Infancia Temprana" por Daryl B. Greenfield; y "Ciencias de Primaria en el Siglo 21: Estrategias para una Enseñanza Inclusiva" por Andrew Shouse.

tercera sección se identifican algunas de las barreras para la implementación exitosa de estas innovaciones y reformas sugeridas.

Prácticas tradicionales en la educación temprana en matemáticas y ciencias

Las prácticas actuales de educación en matemáticas y ciencias en la región ALC están preparando inadecuadamente a la mayor parte de los estudiantes para las demandas laborales del siglo veintiuno (capítulo 1). Existe un amplio consenso en relación a la idea de que al menos una parte de esta deficiencia se puede atribuir a la persistencia de currículos desactualizados, impartidos por una fuerza laboral de docentes que en su mayoría no cuentan con la preparación adecuada (UMI 2014). Como resultado, los estudiantes terminan la escuela habiendo aprendido principalmente una gran cantidad de hechos descontextualizados y generalmente tienen opiniones negativas en relación a las matemáticas y las ciencias. De hecho, una proporción substancial de alumnos que abandonan el estudio de matemáticas y ciencias atribuyen su decisión a una percepción negativa hacia estas materias (Stinebrickner y Stinebrickner 2011).

Las teorías de aprendizaje constructivistas (Castellaro 2011; Fosnot 2005; Pimenta 2010) y de comportamiento (OCDE 2010) influyen sobre la estructura de la educación temprana en matemáticas y ciencias en ALC. Las teorías constructivistas afirman que los individuos aprenden determinados conocimientos y habilidades en etapas específicas de su desarrollo cognitivo y que los niños pequeños no son capaces de tener pensamientos abstractos y por lo tanto no pueden aprender matemáticas y ciencias hasta que

se aproximan a los siete años (Anderson, Reder, y Simon 2000; Piaget y Inhelder 1969). En consecuencia, una gran proporción de los sistemas escolares de la región, así como de otras partes del mundo, no están estructurados adecuadamente para ofrecer educación en matemáticas y ciencias hasta que los niños alcanzan la escuela primaria.

Hoy en día, los cognitivistas coinciden en que el pensamiento abstracto comienza a desarrollarse mucho antes de lo que habíamos asumido. Un gran número de investigaciones demuestran que incluso los niños más pequeños tienen una predisposición para realizar distinciones numéricas y son capaces de aprender secuencias de números (Geary 1994; Starkey, Spelke, y Gelman 1983; Strauss y Curtis 1981). Las investigaciones también han demostrado que los niños pequeños son capaces de aprender conceptos científicos y de poner en práctica habilidades de investigación (Carey 2009; Carver 2001; French 2004; Gelman y Brennenman 2004; Gopnick y Shulz 2007; Riechard 1973). Estas conclusiones justifican suficientemente el desarrollo e implementación de un currículo de enseñanza temprana en matemáticas y ciencias. Además, existe evidencia que asocia la exposición temprana a estos conceptos con el interés y desempeño posterior en tales materias, por lo que la necesidad de implementación del currículo se hace aún más evidente. (Mantzicopoulos y Patrick 2011; Mantzicopoulos, Patrick, y Samarapungavan 2013; Salilas y Wicha 2012; Tai y otros 2006). Por lo tanto, un currículo de matemáticas y ciencias, fundamentado en la investigación, podría mejorar sustancialmente las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes así como aumentar su participación posterior en la educación en matemáticas y ciencias.

Mientras las teorías tradicionales de desarrollo cognitivo justificaban la postergación de la educación en matemáticas y ciencias, las teorías del aprendizaje que se fundamentan en el comportamiento han fomentado, con demasiada frecuencia, prácticas de enseñanza poco efectivas que inhiben el desarrollo de las habilidades de

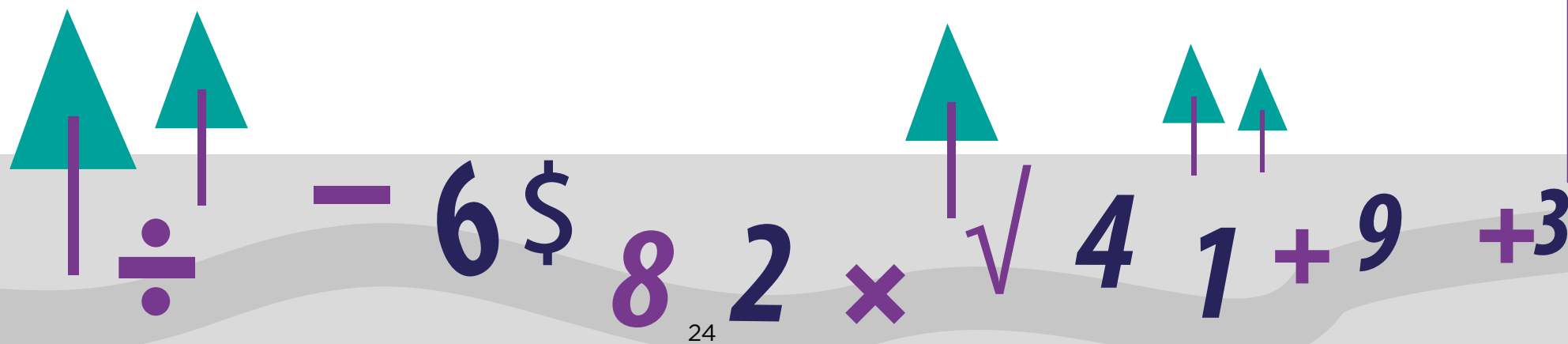
pensamiento crítico (Parkay y Hass 2000; Stallings y Knight 2007). Como resultado, el entrenamiento y desarrollo de los profesores en la región ALC se han centrado en la idea de que los estudiantes aprenden de forma pasiva y responden fundamentalmente a estímulos externos (OCDE 2010). Los docentes de la región tienden a utilizar técnicas de enseñanza mecánica, en las que los estudiantes aprenden al memorizar hechos y procesos. En tales clases, los alumnos tienen pocas oportunidades para practicar sus habilidades de pensamiento crítico y los docentes tienden a simplificar problemas complejos, convirtiéndolos en preguntas rudimentarias que plantean abiertamente esperando que los alumnos respondan de forma precisa y veloz (Cueto, Ramírez, y Leon 2006; Ramírez 2006). Este tipo de enfoque pedagógico no toma en cuenta las múltiples interpretaciones que los estudiantes pueden dar a cada uno de los problemas y sus soluciones, además se ha asociado con dificultades posteriores en la adquisición de habilidades de pensamiento crítico y la creación de brechas permanentes en el aprendizaje significativo (Pesek y Kirshner 2000; Zacharos 2006). En este contexto, la prevalencia de las prácticas ineficientes dentro de las aulas de clase, observada en la región, podría explicar al menos parcialmente las brechas en las competencias matemáticas y científicas.

Las desigualdades generalizadas en la calidad de los profesores exacerbaban el problema de las prácticas pedagógicas ineficientes. Muchos de los docentes en ALC cuentan con credenciales, pero generalmente no tienen el conocimiento en matemáticas y ciencias que se requiere para enseñar el pensamiento crítico riguroso (Agudelo-Valderrama, Clarke, y Bishop 2007; Näslund-Hadley, Cabrol, y Ibarra 2009; Valverde y otros 2009). En consecuencia, las clases en matemáticas y ciencias suelen ser impartidas haciendo poco énfasis en las habilidades necesarias para proceder de forma rigurosa, por docentes que poseen un conocimiento no muy superior al de sus estudiantes. Estas brechas en el conocimiento de los contenidos pueden inhibir el aprendizaje de los estudiantes, influyendo de forma adversa tanto en los logros de los alumnos como en las prácticas de enseñanza (Spillane 2000). Las mismas tenderán a ser más pronunciadas en las escuelas en contextos de bajos ingresos, debido a que estas suelen contratar a docentes con menos preparación y experiencia (Lankford, Loeb, y Wyckoff 2002; Loeb y Reininger 2004). Para poder potenciar los resultados educativos, las reformas curriculares y pedagógicas tendrán que estar acompañadas por inversiones que permitan aumentar el conocimiento del contenido de matemáticas y ciencias de los docentes.

Avances en los métodos pedagógicos para la educación pre-primaria y primaria en matemáticas y ciencias

El persistente desempeño negativo en los exámenes internacionales confirma la crisis educativa que atraviesa ALC (capítulo 1). Una mirada más cercana a las prácticas y teorías pedagógicas presentes en la región indica que el problema sistémico debe ser tratado mediante la implementación de reformas estratégicas y fundamentadas en las investigaciones (Bruns y Luque 2014). Afortunadamente, las innovaciones en la educación temprana en matemáticas y ciencias ofrecen nuevos enfoques y prácticas que prometen resultados significativos. Lo que sigue es una revisión de la literatura relacionada con las estrategias que se pueden implementar para optimizar la educación temprana en matemáticas y ciencias, tanto en la pre-primaria como en la primaria.

Tabla 2.1. Competencias, objetivos de aprendizaje y estrategias de enseñanza fundamentales en las matemáticas tempranas



Competencias fundamentales en las matemáticas tempranas que pueden ser usadas en casa

- Estimar el tamaño de un número**
 - Enseña a contar diciendo el total al final; o empieza con el total (por ejemplo, "mira, aquí hay cinco pelotas: una, dos, tres, cuatro, cinco. Cinco pelotas).
 - Los niños sobrestiman el tamaño de los números hasta que ganan experiencia con las cantidades.
 - Haz que los niños adivinen el número de objetos en un grupo, comenzando con uno pequeño (0 al 10) y después aumentando el tamaño (hasta 100). Cuéntalos, después de estimar, haciendo énfasis en la correspondencia uno a uno y en la cardinalidad.
- Comprender la cardinalidad**
 - Cuando estén comenzando a contar, los niños no notarán que el último número que mencionan al contar los objetos representa el total. La comprensión de la cardinalidad radica en entender que el último número contado representa el total de los objetos del grupo.
- Realizar correspondencias uno a uno**
 - Modela cómo contar al señalar claramente los objetos, uno a la vez, y diciendo el número correspondiente. A veces podrían utilizarse libros de dibujos en lugar de objetos. Permite que el niño cuente libremente y se equivoque, y después corrige los errores. Después de un tiempo, el niño aprenderá al observarte y comenzará a utilizar la correspondencia uno a uno.
 - Al principio, en el momento de contar, los niños no asociarán un número con un objeto, sin embargo, el proceso de contar y la correspondencia mejorarán gradualmente.
 - Incluye el 0 al contar desde el principio. Cuenta con frecuencia. Cuenta más allá del número 20, bien sea en grupo o individualmente. Haz énfasis en el patrón numérico de Base 10 (0 al 9).
- Contar desde el 0 hasta el 100 y más allá**
 - Primero del 0 al 10, después del 0 al 20, del 0 al 30, etc. Al principio puede que los niños reciten una lista que han memorizado, como si se tratase de una canción, así que podrían confundir el orden. Los niños no comprenden la forma en que los números se relacionan con las cantidades.

Continúa...

Continúa...

Comprender la estructura de Base 10

Los niños no ven el patrón repetitivo de la lista de conteo, así que intentan memorizar todos los números. Al aprender en la escuela el valor por ubicación, comienzan simplemente memorizando el nombre de cada uno de los lugares, en lugar de comprender cómo estos dígitos reflejan las decenas, centenas, etc.

Una vez que los niños se sientan cómodos con los patrones, cuenta por encima de 100 para enseñarles cómo los patrones continúan repitiéndose.

Una vez que conocen los símbolos numéricos, utiliza números adhesivos para dejar el lugar de las decenas visible (por ejemplo, un 2) y después cambia el otro lugar mientras cuentas en voz alta (por ejemplo, 21, 22, 23, 24).

Aprender a componer y descomponer los números

Aumenta gradualmente la cantidad de números que estén siendo combinados. Los niños comenzarán a utilizar los dedos y otros objetos para contar, lo que es una estrategia genial. Conforme vayan avanzando en la escuela primaria desarrollarán la habilidad de hacerlo mentalmente o sobre el papel.

Pide a los niños que resuelvan problemas simples sin utilizar los símbolos de las operaciones, por ejemplo: "Ana tenía una galleta y consiguió una más. ¿Cuántas galletas tiene ahora?"

0, "Ana tiene tres galletas y se come una. ¿Cuántas galletas tiene ahora? 0, "Ana tiene tres galletas y tres amigos. ¿Cuántas galletas obtiene cada uno de sus amigos?"

Aprender el sistema de símbolos numéricos

Los niños deben aprender primero las cantidades y después su correspondencia con los símbolos (0, 1, 2, 3). Posteriormente aprenderán cómo se combinan los mismos para representar números más grandes (21, 22, 23). Después de esto, aprenderán a poner los símbolos de las operaciones (+, -, ÷, ×) en los problemas que ya han estado resolviendo utilizando sus pensamientos y las técnicas de conteo.

Practica la noción de cardinalidad y los símbolos al contar un grupo de objetos y después escribir el total. Haz que los niños resuelvan problemas que les sean familiares, como los mencionados antes, y escribe lo que hicieron en un papel o en la pizarra utilizando símbolos.

Permite que intenten resolverlos utilizando primero su creatividad y, cuando estén cómodos con el proceso, enséñales los símbolos de las operaciones.

Utilizar el lenguaje espacial para describir las relaciones entre objetos y eventos

Los niños pequeños perciben las relaciones espaciales y pueden identificar semejanzas y diferencias entre formas antes de ser capaces de recrearlas o de hablar sobre ellas explícitamente. Aprender el vocabulario espacial ayuda a los niños a interpretar y a crear las relaciones espaciales intencionalmente. Tanto los niños como las niñas tienen las mismas capacidades para desarrollar las habilidades espaciales.

Asegúrate de hacer esto tanto con los niños como con las niñas, ambos son igualmente capaces de aprender habilidades espaciales.

Asegúrate de utilizar frecuentemente el lenguaje espacial con los niños. Actividades como los rompecabezas fomentan el uso del lenguaje espacial de forma espontánea y ayudan a los niños a tratar de comprender cómo los objetos y las piezas encajan.

No hables únicamente sobre los nombres y las características (por ejemplo, color y tamaño) de los objetos, sino también de su ubicación espacial (arriba, abajo) y su pertenencia en distintas categorías (por ejemplo, figuras).

Vincular el vocabulario con categorías geométricas

Los niños serán capaces de identificar las categorías de las figuras y las relaciones espaciales antes de poder recrearlas intencionalmente. Con la práctica ellos recrearán patrones cada vez más complejos utilizando objetos físicos. El próximo paso que los niños dan es dominar la manipulación mental de estas relaciones.

líneas, figuras, orientación

Ofrece a los niños experiencias cada vez más difíciles que les permitan entrenar su habilidad para identificar y después producir las figuras (triángulos, círculos), patrones (rojo, azul, rojo, azul) y relaciones (arriba, abajo).

Después de que hayan dominado el uso de objetos, pídeles que solucionen problemas utilizando la "rotación mental." Por ejemplo, enseña a la clase un bloque azul encima de un bloque rojo. Al lado de ellos coloca un bloque rojo sobre un bloque azul.

Pregunta "¿se verán iguales si volteo la segunda estructura de arriba abajo?" Pide a los niños que realicen la acción después de haber respondido.

Evitar la ansiedad hacia las matemáticas

Los niños comenzarán su educación con una actitud alegre en torno al estudio de las matemáticas, los números, las medidas, el pensamiento espacial y la solución de problemas. Sin embargo, puede que con el tiempo empiecen a sentirse ansiosos, lo que mermará en su habilidad de dominar el contenido, conducirá a más errores (especialmente en los exámenes) y puede que reduzca su motivación hacia el aprendizaje y su persistencia en el campo.

Si un niño parece ansioso, haz que escriba o describa sus preocupaciones antes de realizar un examen.

Intenta no expresarle tus propias inseguridades (por ejemplo, no digas "yo no soy bueno en esto") ni tampoco realices declaraciones generales como "los niños suelen ser mejores en esto". Permite que los niños se equivoquen y que sepan que está bien tener ciertas dificultades algunas veces.

Métodos de educación pre-primaria y primaria en matemáticas y ciencias

Las investigaciones emergentes sugieren que los niños poseen, desde una edad muy temprana, habilidades innatas en matemáticas y ciencias que pueden desarrollarse utilizando estrategias de enseñanza basada en la evidencia. Desde que tienen cuatro meses, pueden comprender intuitivamente los números y sus variaciones, esto se conoce como el Sistema Numérico Aproximado (SNA). Aunque aún no conozcan los símbolos que representan las cantidades específicas, los niños muy pequeños son capaces de notar diferencias entre cantidades pequeñas, así como la diferencia entre cantidades grandes y pequeñas (Piazza 2010). Los niños de pre-primaria también están equipados cognitivamente para participar en actividades científicas. Se ha demostrado que ellos poseen un amplio rango de habilidades basadas en la investigación, tales como la habilidad de observar, describir y formular preguntas (French 2004). Dada la evidencia, las escuelas de pre-primaria pueden hacer avanzar el desarrollo cognitivo de sus estudiantes y promover su éxito futuro al implementar un currículo riguroso de matemáticas y ciencias (Mantzicopoulos, Patrick, y Samarapungavan 2013; Salilas y Wicha 2012).

Educación pre-primaria en matemáticas

Se han identificado diversas estrategias que pueden potenciar el desarrollo de las habilidades matemáticas de los niños pequeños con miras a prepararlos para la educación primaria. La primera habilidad es aprender la secuencia de los números, que los cuidadores y docentes pueden reforzar contando frecuentemente y desde una temprana edad. La inclusión del cero es importante porque los niños pequeños aprenden la secuencia de las palabras

numéricas a través de la memorización. Esta estrategia les facilitará posteriormente la comprensión del cero y ayudará a los niños a internalizar con mayor facilidad el sistema de patrones numéricos de Base 10. Pero ir más allá de la memorización también es importante porque los niños más pequeños están comenzando a comprender el conteo secuencial de los objetos. Debido a que deben aprender la noción de cardinalidad – el concepto que implica que el último número contado representa el número total de objetos en un grupo – es útil expresar el número total de objetos antes y después de contar. Por ejemplo, “hay tres lápices de colores, uno, dos, tres; hay tres lápices de colores.”

Además de aprender la secuencia y los patrones de los números, los niños pequeños también son capaces de conceptualizar el significado cuantitativo de los mismos, haciendo estimaciones y comprendiendo las relaciones relativas entre las diferentes cantidades. La exposición frecuente a actividades en las que se utilicen este tipo de habilidades es crucial para el desarrollo de la habilidad numérica durante la infancia temprana, especialmente debido a que el dominio de estas competencias puede ser un reto para la mayoría de los niños (Siegler y Booth 2004). Hacer que los estudiantes estimen el número de objetos por los que están compuestos grupos pequeños, aumentando el tamaño progresivamente, y que después verifiquen la cantidad a través de técnicas de conteo previamente descritas, puede ayudar a reducir la tendencia de los niños de sobreestimar cantidades grandes. Esta estrategia también puede facilitar a los niños la comprensión de los valores relativos. Por ejemplo, a través de prácticas frecuentes de estimación y verificación, un niño puede comenzar a reconocer que, aunque el número 17 es mayor que el número 1, la diferencia entre el número 17 y el 18 es equivalente a la diferencia entre el número 1 y el 2. La práctica temprana de estas habilidades es importante debido a que la adquisición de las mismas se correlaciona fuertemente con los resultados posteriores en matemáticas (Siegler y Booth 2004).

Los niños pequeños aprenden progresivamente a conceptualizar las secuencias numéricas y al mismo tiempo desarrollan la habilidad de reconocer y distinguir las características espaciales. La investigación en el tema ha arrojado que los estudiantes tienen la capacidad de rotar objetos mentalmente sin cambiar su forma; conceptualizar los números en una línea numérica; describir la posición relativa de ciertos objetos en relación a otros; y medir la dimensión de los objetos en diferentes unidades (Cheng y Mix 2014). Como estas habilidades tienden a ser difíciles de adquirir, las estrategias para su desarrollo se enfocan en modelar el lenguaje espacial a través de la narración frecuente de las formas, tamaños y colores de los objetos, así como de sus diferencias relativas. Por ejemplo, los rompecabezas y las piezas de Lego facilitan la capacidad de los niños de rotar objetos mentalmente. Un adulto podría preguntarles qué pasaría si el objeto se voltea o, en el caso de los rompecabezas, si es probable que cierta pieza encaje en determinado lugar y después permitir al niño verificar la predicción. Al igual que con otras competencias de matemáticas tempranas, es importante capitalizar sus habilidades intuitivas desde que son pequeños, pues al hacerlo, se está contribuyendo con el desarrollo del pensamiento geométrico y de las habilidades de solución de problemas (Gunderson y otros 2012). Adicionalmente, la exposición temprana a la práctica de estas habilidades se ha vinculado a la posterior selección de carreras en el ámbito científico y matemático (Wai, Lubinski, y Benbow 2009). En la tabla 2.1 se ofrece la descripción de las competencias de los estudiantes de pre-primaria, sus respectivos objetivos de aprendizaje y las estrategias claves de enseñanza.

Sin embargo, aplicar estas estrategias por sí mismas no es suficiente. Los educadores deben estar conscientes de factores que pueden afectar de forma adversa el desarrollo posterior de las habilidades matemáticas. Mientras que los niños más pequeños con frecuencia se sienten ávidos por aprender matemáticas, sus experiencias formales en los salones de

clase tienden a causarles ansiedad hacia las matemáticas en los años posteriores. Es por esto que trabajar en mantener la curiosidad innata de los niños debe ser un componente crítico en el desarrollo de las habilidades tempranas de matemáticas. Debe evitarse el uso del lenguaje negativo o de rondas de preguntas de excesiva dificultad al realizar ejercicios matemáticos, y se deben aceptar los errores como una parte natural del proceso de aprendizaje. Esto es especialmente relevante para las niñas, quienes a lo largo de su trayectoria académica tienen más probabilidades de comenzar a percibirse a sí mismas como menos hábiles para la solución de problemas matemáticos que sus pares masculinos (Bharadwaj y otros 2015; Nosek, Greenwald, y Banaji 2007).

El uso de técnicas de enseñanza explícita puede ayudar a reducir la ansiedad hacia las matemáticas presente en los estudiantes. A través de este método, el profesor imparte objetivos específicos, otorga tiempo para practicar, ofrece retroalimentación y evalúa si las habilidades deben ser enseñadas nuevamente en clase (Ryder, Burton y Silberg 2006). Se espera que los estudiantes que reciben enseñanza explícita participen en las lecciones al responder preguntas y practicar el material que se les ha enseñado mientras reciben la retroalimentación constante del docente. En un estudio realizado en los Estados Unidos, los estudiantes que recibían una enseñanza explícita se percibían como más capaces de resolver problemas matemáticos y se sentían más cómodos con la materia que sus pares que no habían recibido una enseñanza explícita (Archer y Hughes 2011). Una posible explicación para esta diferencia es que los alumnos se sienten más cómodos en estos salones de clase debido a que son capaces de anticipar y prepararse para las evaluaciones. Aunque la enseñanza explícita ayuda a reducir la ansiedad también puede reducir significativamente las oportunidades que tienen los niños para desarrollar sus propias soluciones para los problemas.

Educación pre-primaria en ciencias

Al igual que con las competencias matemáticas, las investigaciones sugieren que todos los niños pequeños poseen la capacidad de participar en investigaciones científicas desde una temprana edad. A través de su interacción con el mundo físico, los niños pequeños se van haciendo preguntas sobre cómo funcionan las cosas. La responsabilidad de los profesores es utilizar estas preguntas para estimular el proceso investigativo y promover el descubrimiento a través de la predicción, la experimentación y la reflexión. Este proceso sienta las bases para un currículo temprano en ciencias que aproveche la naturaleza inquisitiva innata de los niños para poder desarrollar posteriormente el pensamiento crítico y las habilidades de investigación.

De hecho, gran parte de los fundamentos de una investigación científica pueden establecerse antes de que los niños lleguen a la escuela primaria. Duschl y colegas (2007) resaltan el tipo de investigaciones que los niños pequeños están aptos para llevar a cabo. Las cuatro competencias generales descritas se relacionan con la curiosidad innata de los niños por la composición material de los objetos físicos, cómo esos objetos cambian bajo ciertas condiciones y por qué pueden ocurrir ciertas reacciones. Adicionalmente, explican la capacidad que tienen los niños de observar, medir y categorizar las propiedades físicas de un objeto, así como de evaluar diferentes métodos para conducir tales investigaciones. En la tabla 2.2. se describen las competencias, objetivos de aprendizaje y estrategias de enseñanza de una educación temprana en ciencias.

La amplitud de estas competencias es más que suficiente para facilitar el desarrollo de un riguroso currículo de ciencias tempranas en el que los niños puedan establecer las bases para investigaciones futuras y sus análisis. Las investigaciones más recientes han demostrado que la implementación de dicho currículo puede facilitar la transición de los niños hacia

la educación en ciencias de primaria, desarrollar con mayor amplitud habilidades de ciencias tempranas y aumentar la motivación de los niños para participar en el proceso científico años después (Gelman y Brenneman 2011; Patrick y Mantzicopoulos 2015; Samarapungavan, Patrick, y Mantzicopoulos 2011).

El consenso en términos de educación temprana en ciencias es que, a diferencia de la educación temprana en matemáticas, es más eficiente cuando es impulsada por la curiosidad intrínseca de los niños (Cohen 2008). Los docentes deben estar capacitados para aprovechar el poder de las preguntas, trabajar para construir un consenso con el que se puedan definir las preguntas que se explorarán y alternar entre las preguntas estructuradas o abiertas para facilitar experiencias de aprendizaje más significativas. En este contexto, los profesores también deben estar familiarizados con la zona de desarrollo próximo de sus estudiantes para que las lecciones satisfagan sus necesidades específicas. Cuando los docentes logran establecer un enfoque balanceado, pueden guiar la curiosidad de sus alumnos para seleccionar las investigaciones a realizarse.

Conocer los tipos de investigación (estructurada y abierta) y entender cuándo debe ser utilizada cada una es fundamental para una educación temprana en ciencias exitosa. La investigación estructurada se define como un proceso formal en el que los estudiantes investigan basándose en una pregunta que ha sido establecida por el profesor (Zion y Mendelovici 2012). El docente conduce a los estudiantes en la investigación a través de un proceso previamente definido. Conforme se avanza en este proceso, el profesor va narrando

Tabla 2.2. Competencias, objetivos de aprendizaje y estrategias de enseñanza fundamentales en las ciencias tempranas

1

Los niños pueden demostrar su habilidad para aplicar las prácticas científicas de la observación, descripción y formulación de preguntas sobre el mundo observable (p.e., objetos, materiales, eventos, personas, animales).

Cómo fomentar la competencia

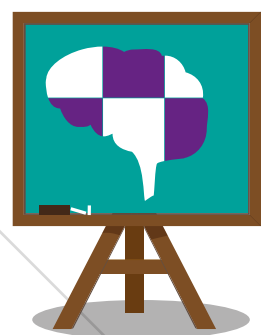


◆ Identificar sus cinco sentidos y los sistemas sensoriales de cada uno para observar y describir con el lenguaje y las etiquetas apropiadas (por ejemplo, esta manzana es redonda; esto se siente suave; esto tiene un sabor dulce).

◆ Utiliza herramientas (por ejemplo, lupas, binoculares, estetoscopios) para extender su capacidad de observar más allá de las limitaciones de sus cinco sentidos.



◆ Crea representaciones visuales (por ejemplo, fotos, diagramas, dibujos) del mundo observable.



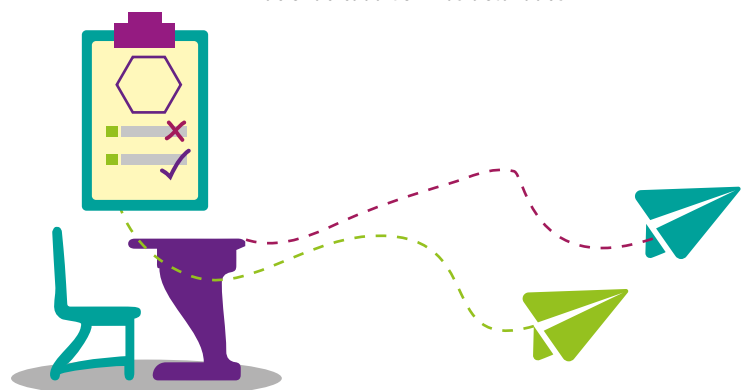
Ideas para los docentes

● Crear el hábito de hacer que los niños observen cuidadosamente y describan los objetos, materiales, animales y eventos que son parte de sus experiencias diarias. Las oportunidades son ilimitadas. Por ejemplo, el método de mostrar y narrar puede enfocarse en la “observación” de la forma, color, tamaño, textura, olor, sabor y sonido (si aplica) de un objeto.

Durante la hora del almuerzo pueden tener lugar discusiones enriquecedoras sobre la comida de los niños – las diferencias en olores, textura, color, sabor y sonido (por ejemplo, algunas comidas hacen un pequeño “crujido” cuando las masticamos).

● Conforme los niños observan y describen cuidadosamente los objetos, materiales, animales y eventos que son parte de sus experiencias cotidianas, utilizando sus cinco sentidos, también pueden extender estas observaciones utilizando las herramientas apropiadas. Por ejemplo, los objetos que son parte del juego de “observar y memorizar” podrían ser analizados mediante una lupa. La comida puede ser observada y descrita. Mientras los niños exploran en su ambiente fuera del salón de clase, o dentro del mismo, para encontrar objetos interesantes, estos pueden ser utilizados para expandir su capacidad de observación. Las hojas, los insectos, el césped y la corteza de los árboles pueden ser observados y descritos con una lupa; los niños pueden escuchar sus propios latidos y los de sus compañeros utilizando un estetoscopio; se pueden observar los pájaros de los árboles mediante el uso de unos binoculares.

● Alienta a los niños a dibujar los objetos que están observando; luego guarda estos trabajos y documenta cómo se van haciendo cada vez más detallados.



2

Los niños pueden utilizar las prácticas científicas de la comparación y la categorización para organizar el mundo que observan.



Cómo fomentar la competencia

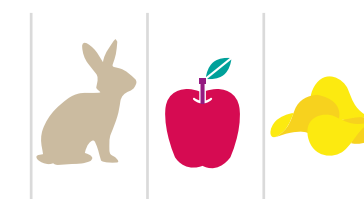
◆ Utiliza un lenguaje apropiado para comparar y contrastar los atributos observables (por ejemplo, apariencia, olor, sonido, sensación, sabor, función) de los objetos, materiales, eventos, animales, etc. Utiliza estos atributos para convertirlos en categorías (por ejemplo, hojas organizadas por forma; objetos que permanecen fijos o que ruedan; comidas clasificadas por color o sabor; animales que viven en la tierra o en el agua).



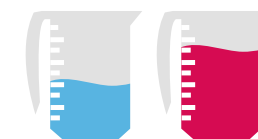
◆ Cuantifica las diferencias y semejanzas por medio del uso apropiado de herramientas de medición (por ejemplo, compara la longitud de los objetos utilizando bloques de unidad; determina qué objetos son más pesados utilizando una balanza; compara volúmenes de agua utilizando tazas de medición).

Ideas para los docentes

● Continúa trabajando en actividades de observación y descripción que tanto tú como los niños hayan identificado para ayudarles a organizar y categorizar su mundo. Si están observando y describiendo hojas (o insectos, comida, etc.) pueden organizarlas, compararlas y contrastarlas.



● Extiende las actividades de observación, descripción y comparación con el uso de herramientas de medición para comenzar a cuantificar los objetos.

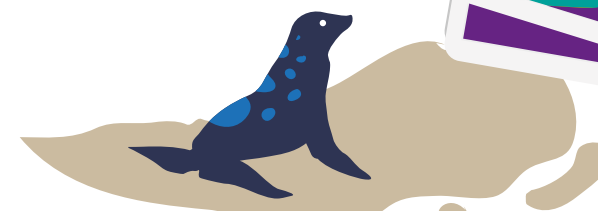


Continúa...

◆ Haz preguntas tanto para recopilar información como para profundizar la comprensión que tienen los niños del mundo observable.



● Conforme los niños aprenden a observar y describir cuidadosamente los objetos, materiales, animales y eventos que son parte de sus experiencias diarias, comenzarán a tener preguntas. Los docentes deben modelar, alentar y proveer andamiaje individual conforme los niños hagan estas preguntas sobre lo que van observando y describiendo.



3

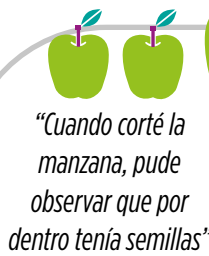
Los niños pueden utilizar el lenguaje y contenido científico apropiado.

Utiliza el vocabulario científico adecuado y relevante en relación al contenido del área que está siendo investigada (por ejemplo, nombres de las partes del cuerpo humano).

Modela, provee andamiaje individual y presta apoyo al uso apropiado del vocabulario por parte de los niños conforme ellos observan, describen, miden, comparan y establecen categorías. Por ejemplo: "El tallo de esta planta es más largo y grueso que el de esta otra planta".

Cómo fomentar la competencia

Utiliza palabras científicas de forma apropiada y constante (por ejemplo, "Yo observé...", "Tengo una pregunta sobre...", "Predigo que...", "Mi experimento consistió en...", "Estoy midiendo...").



"Cuando corté la manzana, pude observar que por dentro tenía semillas"

"Predigo que si abrimos la calabaza encontraremos semillas dentro", "Mi experimento consistió en hacer la rampa más empinada y ver si esto hacía que la canica rodara más rápido..."



"Me pregunto si los carros rojos bajan por las rampas más rápido que los azules"

"Marqué el lugar en el que mi carro se detuvo al rodar por la rampa y después medí qué tan lejos se encontraba del final de la misma"

4

Los niños pueden identificar conceptos transversales y notar su relevancia en múltiples fenómenos y dominios científicos.

Cómo fomentar la competencia

Observa y describe los objetos, materiales, animales y eventos que son parte de sus experiencias diarias.



Identifica patrones (por ejemplo, espirales en las formas naturales y en objetos comunes de fabricación humana como los resortes).



Ideas para los docentes

Modela, provee el andamiaje individual y presta apoyo a la identificación de conceptos transversales conforme los niños exploran.

Modela, provee andamiaje individual y presta apoyo a la identificación de patrones. Por ejemplo: "Observé que el resorte que encontré dentro del dispensador de jabón y el que encontré en el juguete de cuerda tienen el mismo patrón que el caracol que encontré en un árbol fuera del salón de clase".

5

Los niños pueden utilizar los métodos científicos como una forma de responder preguntas.

Cómo fomentar la competencia

Los niños comienzan con una pregunta, recopilan antecedentes, esquematizan los pasos y materiales que necesitan para investigar, hacen predicciones en torno a los posibles resultados, planifican y llevan a cabo un experimento, documentan los resultados, analizan estos resultados, los comparan con las predicciones iniciales, discuten los resultados y llegan a conclusiones. Posteriormente comunican sus descubrimientos.

Ideas para los docentes

Utiliza las preguntas que los niños generan o las que pueden ser inducidas mediante el andamiaje individual como un punto de partida para la construcción en conjunto de experimentos que permitan dar respuesta a las mismas



Por ejemplo, hacer carreras de canicas en una rampa - ¿Qué inclinación de la rampa hace que las canicas vayan más lento o más rápido?; hacer rodar las canicas por la rampa para tumbar objetos - ¿Las canicas más pesadas tumban más objetos que las livianas?

6

Los niños pueden utilizar el proceso de diseño de ingeniería para resolver un problema.

Cómo fomentar la competencia

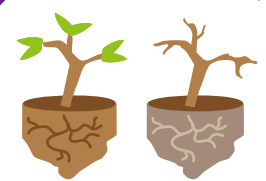
Los niños pueden identificar un problema, hacer lluvias de ideas para buscar posibles soluciones e identificar dificultades, construir un prototipo, probar el prototipo, identificar las condiciones bajo las cuales puede fallar, rediseñarlo, volver a probarlo y así sucesivamente hasta que el problema pueda ser solucionado. Por último, se comunica la solución.



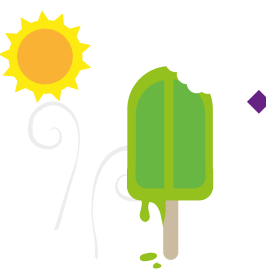
Ideas para los docentes

Utiliza las preguntas que los niños generan o las que pueden ser inducidas mediante el andamiaje individual como un punto de partida para el desarrollo de un problema que amerite el diseño de un prototipo de ingeniería que pueda solucionarlo (por ejemplo, los niños pueden preguntarse cómo los puentes que atraviesan los ríos soportan a los carros; pueden construir modelos de puentes y probar su habilidad de sostener carros de juguete, evaluando cuáles estructuras funcionan mejor y por qué).

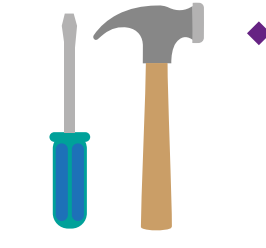
Identificar relaciones de causa y efecto (por ejemplo, efecto de la fuerza en el movimiento de los objetos; calentar y enfriar el agua; los charcos que se secan bajo el sol, pero no bajo la sombra; las plantas mueren si no cuentan con agua o sol).



Identificar el flujo de materiales y de energía (por ejemplo, el agua en estado sólido, líquido y gaseoso; el helado se derrite en el sol).



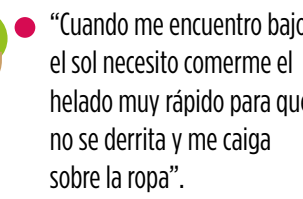
Identificar estructuras y funciones (por ejemplo, alas para volar; martillos para colocar los clavos y destornilladores para apretar las tuercas).



"Observé que la canica rodó más rápido cuando le agregué un bloque adicional a la base de la rampa para hacerla más pronunciada".



"Cuando me encuentro bajo el sol necesito comerme el helado muy rápido para que no se derrita y me caiga sobre la ropa".



"Observé que los pájaros, mariposas, abejas y moscas tienen alas y pueden volar. Los gusanos, hormigas y ranas no tienen alas, entonces no pueden volar".



Tabla 2.3. Competencias fundamentales de los estudiantes y acciones de los profesores y los estudiantes en un salón de clase basado en la investigación, para las matemáticas de primaria



los pasos y explicaciones específicas y modelando el curso de investigación para los estudiantes. La investigación estructurada es muy útil cuando los estudiantes necesitan orientación específica para poder alcanzar su siguiente zona de desarrollo. Adicionalmente, si muchos estudiantes tienen ideas erróneas sobre cómo solucionar alguna pregunta específica, la investigación estructurada puede ayudar a redirigirlos y a impartir conocimientos y habilidades más complejas.

Por otra parte, la investigación abierta es un método a través del cual los estudiantes exploran posibles soluciones a sus propias preguntas. En cada etapa del proceso, los estudiantes deciden cómo evaluar y poner a prueba sus ideas. Aunque los docentes pueden definir el marco conceptual en el que se conduce la investigación, su rol es fundamentalmente motivacional. En esos casos, el profesor debe utilizar las intervenciones y comentarios paralelos para facilitar la reflexión y la comprensión de los estudiantes. La investigación abierta es importante en la educación temprana en ciencias por distintas razones, familiariza a los estudiantes con el proceso de prueba y error, y crea una comunidad de aprendizaje compartida por los profesores y los estudiantes, lo que es fundamental para las investigaciones científicas (Zion y Slezak 2005).

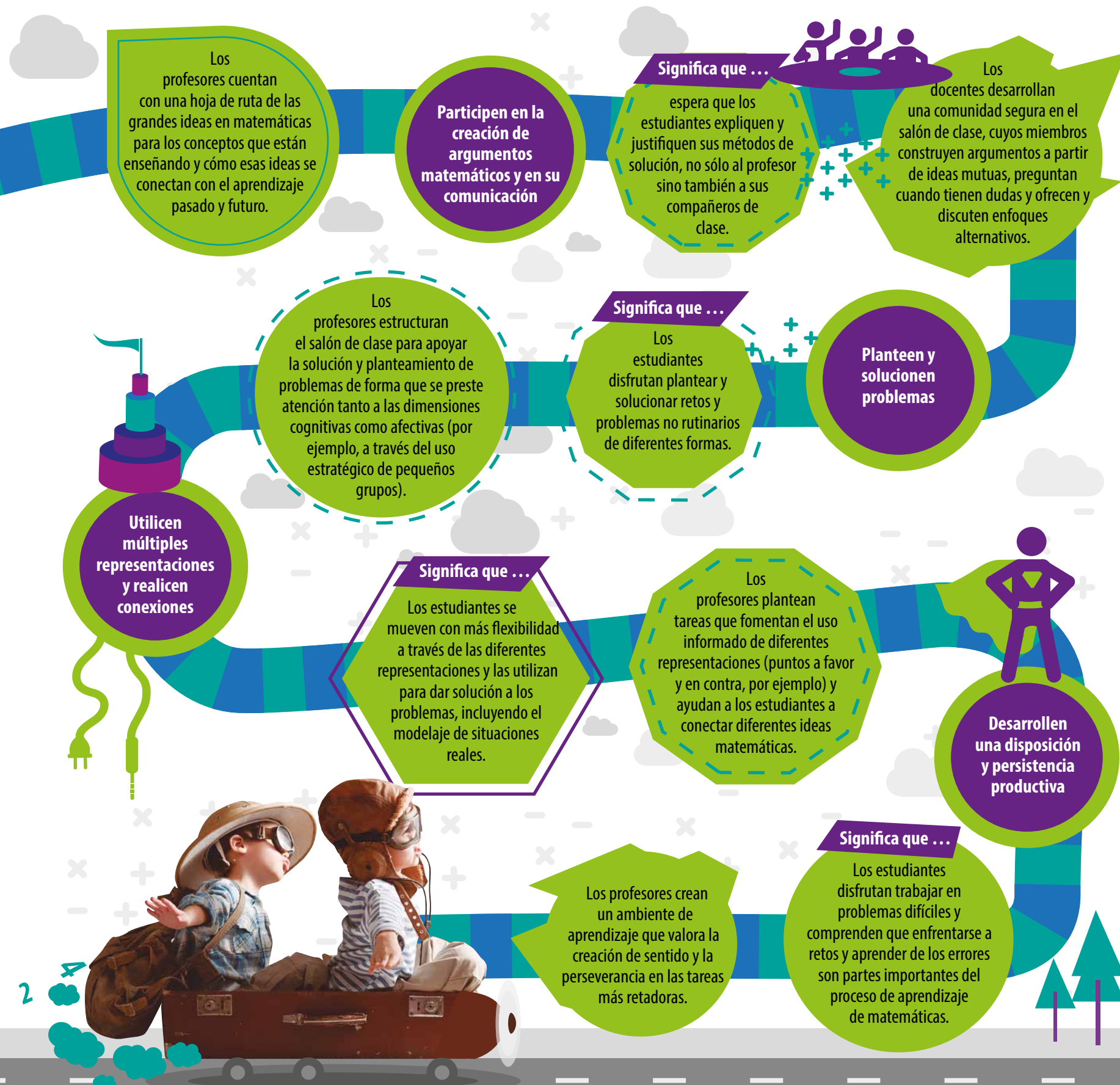
Dentro de las investigaciones estructuradas y abiertas podemos encontrar un espectro de diferentes niveles de intervención y orientación por parte de los docentes. Por ejemplo, los estudiantes pueden comenzar a trabajar sobre una pregunta establecida por el docente, pero colaborar entre ellos para decidir cómo van a abordar la pregunta. Los alumnos también pueden conducir sus investigaciones con distintos grados de orientación por parte de los profesores, desde la retroalimentación relacionada con los procedimientos generados por los estudiantes hasta investigaciones planificadas previamente por el profesor. Dado a que el grupo puede seleccionar diferentes enfoques para responder a las preguntas, los profesores pueden no estar conscientes de los posibles resultados y deben estar preparados para explicar o validar las explicaciones de los mismos. Uno de los beneficios de las investigaciones guiadas es que permiten a los estudiantes internalizar el proceso científico mientras se reduce la ansiedad que pueden experimentar cuando se ven enfrentados a temas con los que no están familiarizados.

Aunque aún está abierto el debate sobre el nivel de participación y control que deben tener los docentes en la educación basada en la investigación, existe evidencia sustancial que respalda que una cantidad

moderada de actividades guiadas por el docente es más beneficiosa para los estudiantes (Furtak y otros 2012). La educación basada en la investigación debe estar acompañada, al menos en cierto grado, por técnicas de enseñanza explícita, debido a que estas lecciones pueden impartir eficiente y efectivamente nuevos conocimientos y habilidades con un alto nivel de participación de los estudiantes (Cohen 2008). Para determinar el tipo de enseñanza y el grado de participación que deben seleccionar los docentes, los mismos deben realizar evaluaciones continuas de las habilidades cognitivas de los estudiantes y de sus zonas de desarrollo próximo. Adicionalmente, las lecciones deben estar acompañadas de intercambios constantes con los estudiantes para identificar y mitigar cualquier inconsistencia en su aprendizaje (Chouinard 2007). Sin importar la metodología escogida, en general puede considerarse que, debido a que los niños pequeños son capaces y están ávidos de aprender sobre su mundo, las escuelas deben evitar negarles una educación temprana en ciencias.



Fuente: Civil y Crespo (próximo a publicarse en el 2016).



Métodos para la educación primaria en matemáticas y ciencias

Frecuentemente, la educación primaria en matemáticas y ciencias en ALC, así como en muchas otras regiones alrededor del mundo, hace especial hincapié en la solución de problemas (OCDE 2010). En tales casos, los docentes y los estudiantes le otorgan una importancia extrema a ofrecer la respuesta correcta, sin prestar demasiada atención al desarrollo del problema o a la naturaleza del mismo. En la búsqueda de estas respuestas, los estudiantes aprenden a realizar algoritmos o procesos que apenas comprenden para llegar a conclusiones que difícilmente pueden interpretar. Gran parte de esta metodología está basada en una cultura de exámenes en la que los estudiantes son evaluados en función a su habilidad de llegar a la respuesta correcta, en lugar de comprenderla (Näslund-Hadley, Cabrol, e Ibarra 2009). Consecuentemente, la mayoría de los estudiantes no son capaces de utilizar los algoritmos o procedimientos que han memorizado cuando se enfrentan a problemas únicos y al llegar a alguna solución tienen dificultades para justificar sus respuestas.

La siguiente sección describe innovaciones en la educación primaria en matemáticas y ciencias que prometen aumentar la capacidad de los estudiantes de interpretar críticamente los problemas y llegar a soluciones a través de una variedad de métodos.

Educación primaria en matemáticas

La educación primaria en matemáticas debe superar los enfoques tradicionales para poder desarrollar las competencias numéricas innatas de los estudiantes. Gran parte de las críticas que ha recibido la educación tradicional en matemáticas están enfocadas en las prácticas repetitivas y la enseñanza de procesos descontextualizados que no son efectivos

para enseñar matemáticas a los niños (Lefevre, Greenham, y Waheed 1993; Rittle-Johnson y Star 2007). La enseñanza moderna de matemáticas es más eficiente al partir de aquello que los estudiantes ya saben y comprenden informalmente, y los ayuda a hacer conexiones entre sus fondos de conocimientos y otras convenciones aritméticas más formales (Carpenter y otros 1999). Los niños necesitan oportunidades numerosas para dominar las competencias que poseen intuitivamente (Brownell 1987). Esta metodología, llamada práctica variada, capitaliza la curiosidad instintiva de los niños para desarrollar las habilidades de pensamiento crítico que poseen desde mucho antes de llegar a los salones de clases de primaria.

Se debe enfocar la educación primaria en matemáticas en la impartición de contenidos que permitan desarrollar las habilidades de pensamiento crítico, incluyendo la capacidad de comprender un problema a través de diversas representaciones, aplicar diferentes enfoques de solución de problemas y evaluar múltiples soluciones en función de su practicidad y precisión. Los profesores deben facilitar esas capacidades al ofrecer a los estudiantes tiempo suficiente y estímulos que los ayuden a lidiar con problemas demandantes. También deben facilitar la comunicación entre los estudiantes para ayudarlos a entender los procedimientos y las soluciones de los problemas (Näslund-Hadley y otros 2012; Stigler y Herbert 1999). Al adoptar estas estrategias, los docentes promoverán tanto el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico como otras competencias beneficiosas también para las demás materias (Colburn 2000).

Potenciar la educación primaria en matemáticas en la región ALC requerirá un cambio en la forma en que los estudiantes perciben la materia. Este cambio es un verdadero reto dado a que los estudiantes tienden a percibir las matemáticas como una habilidad innata, en lugar de una habilidad que se desarrolla a través de un esfuerzo constante. Esta mentalidad, conocida como “mentalidad fija”, es muy dañina porque provoca que los estudiantes tiendan

a percibir sus errores como evidencia de que no son capaces de comprender las matemáticas cuando experimentan retrocesos en sus procesos de aprendizaje y viven las consecuencias de tales retrocesos (Dweck 2000). Los profesores de matemáticas de primaria deben hacer frente a este asunto directamente, haciendo énfasis en una “mentalidad de crecimiento” en la que los estudiantes puedan mejorar su dominio de la materia a través de sus esfuerzos y experiencias. Adicionalmente, los docentes deben tratar a los errores como oportunidades para el aprendizaje. Pueden hacerlo al demostrar que muchos de los principios matemáticos utilizados actualmente se derivaron de la metodología de prueba y error. Finalmente, los profesores deben enseñar a los alumnos cómo buscar ayuda cuando se tropiezan con un problema para el que parecen no encontrar una solución. Al utilizar estas estrategias y otras similares, los estudiantes terminan entendiendo que las matemáticas son una práctica rigurosa en la que se requieren esfuerzos persistentes para llegar a soluciones a través de alguno de los múltiples enfoques. En la tabla 2.3. se presenta una descripción de los objetivos de aprendizaje de los estudiantes y las correspondientes acciones de los profesores y los estudiantes.

En relación a la estructura de las aulas de clase, los arreglos tradicionales deben

ser reconsiderados para favorecer la participación equitativa de los estudiantes. En los salones de clase de la región ALC, los alumnos tienden a estar ubicados en filas de cara al docente. Este posicionamiento ubicuo tiende a promover intercambios dentro de la estructura I-R-E (el profesor da Inicio, el estudiante Responde y el profesor Evalúa). Se ha demostrado que estas interacciones centradas en los docentes perpetúan creencias falsas de que las matemáticas son procesos sencillos que requieren únicamente respuestas rápidas y correctas (Borasi 1994; Schoenfeld 1989; Tobias 1993). Aunque puede que estas intervenciones sean necesarias en algunas ocasiones, los profesores deben intentar incluir enseñanzas más complejas en su pedagogía, permitiendo que los alumnos trabajen juntos para responder preguntas y explicar las soluciones. Al organizar el salón de clase en distintos grupos y alentar a los estudiantes a trabajar en conjunto, los docentes pueden aumentar el número de estudiantes que se involucran en prácticas de solución de problemas, así como la frecuencia en la que cada uno de los estudiantes tiene la oportunidad de participar. Las investigaciones arrojan que cuando los estudiantes se comunican con más frecuencia tienden a aprender más (Cohen y Lotan 1997). Los alumnos también son más propensos a evaluar el trabajo de sus pares y con ello a valorar diferentes perspectivas, elementos muy importantes para la creación de una sociedad civil dinámica (Boaler 2006).

Educación primaria en ciencias

La educación primaria en ciencias en la región ALC, como la educación en matemáticas, debe capitalizar la curiosidad innata de los niños para

promover la competencia y el pensamiento crítico. La capacidad de los niños de hacer preguntas y generar explicaciones está presente desde una edad muy temprana. De hecho, las experiencias de los niños con su entorno inmediato hacen que desarrollen estas capacidades mucho antes de llegar a la escuela primaria. Para poder dominar los temas científicos, los profesores deben llevar a cabo lecciones que incorporen las capacidades innatas de los niños y profundicen su conocimiento de esas experiencias iniciales.

El primer paso necesario para alcanzar esta meta es el desarrollo de un currículo que se fundamente en este fondo de conocimientos. Las investigaciones han demostrado que el desarrollo cognitivo de los niños es un proceso continuo y que, a una muy temprana edad, tienen la capacidad de pensar abstractamente (Duschl, Shweingruber, y Shouse 2007). Esta misma investigación indica que cuando los niños reciben enseñanzas basadas en sus capacidades cognitivas y experiencias previas desarrollan las competencias de pensamiento crítico más rápido que con el uso de métodos tradicionales, que suelen hacer énfasis en conceptos y habilidades fuera de contexto.

Para los profesores de ciencias de primaria, este tipo de enfoque pedagógico puede ser un desafío debido a que con frecuencia los niños de sus aulas de clase tienen antecedentes muy variados. Una de las formas de mitigar los efectos de estas disparidades es implementar una estrategia de educación inclusiva, en la que los docentes integren las diferencias en una experiencia única para el salón de clase. En la práctica, los profesores deben identificar las experiencias y preguntas que los estudiantes tienen en común y diseñar un ambiente propicio, así como una serie de actividades que involucren los antecedentes compartidos de los alumnos (Gonzalez, McIntyre, y Rosebery 2001). Otra estrategia consiste en llevar a cabo técnicas de instrucción basadas en la ubicación, a través de las cuales los estudiantes pueden explorar los conceptos científicos en sus contextos físicos y culturales reales. A partir

de una amplia gama de estrategias explícitas y basadas en la investigación, tanto estudiantes como docentes pueden generar preguntas, diseñar experimentos y evaluar los resultados en base a experiencias que los estudiantes comparten en sus escuelas o en lugares cercanos. Se ha demostrado que estas estrategias facilitan una instrucción más equitativa y aumentan la participación y avance de los estudiantes en las ciencias (Carlson, Davis, y Buxton 2014; Bransford, Brown, y Cocking 1999).

La educación primaria efectiva en ciencias depende parcialmente de la habilidad de los profesores de evaluar las capacidades cognitivas de sus estudiantes y seleccionar apropiadamente entre las estrategias explícitas y las basadas en la investigación que se adapten mejor a sus necesidades. La instrucción explícita es más recomendable al introducir nuevos conceptos y materias en las lecciones, debido a que puede ayudar a establecer el vocabulario científico apropiado y preparar a los estudiantes para una serie de resultados diferentes. La instrucción explícita también es útil para el establecimiento de las normas y el rol de los estudiantes dentro del salón de clase, lo cual es especialmente importante para los alumnos con más limitaciones para participar en la experimentación. La instrucción basada en la investigación, por otro lado, es muy útil cuando se necesita que los estudiantes participen en el proceso científico, así como para enseñar a los niños a valorar numerosas interpretaciones, enfoques y resultados que caracterizan la investigación científica. Los dos tipos de instrucción no son mutuamente excluyentes, así que los profesores deben estar listos para impartir instrucción justo a tiempo a través de la que puedan suspender momentáneamente el enfoque de investigación para dirigir el debate al esclarecimiento de conceptos erróneos. De nuevo, la aplicación efectiva de estas estrategias de instrucción dependerá en parte de la realización de evaluaciones frecuentes y precisas del grado de comprensión de los estudiantes.

Reformas sistemáticas para potenciar la educación temprana en matemáticas y ciencias

Aunque es necesario realizar cambios efectivos en la instrucción para mejorar la educación temprana en matemáticas y ciencias en ALC, las reformas a nivel de sistema pueden aumentar su eficiencia y hacer sostenibles estos avances. Optimizar la calidad del capital humano y social, así como coordinar el apoyo administrativo de los cambios pedagógicos, asegura que los estudiantes de la región, sin importar sus antecedentes particulares, tengan acceso a una educación en matemáticas y ciencias de alta calidad.

En esta sección se describen los retos sistemáticos actuales a los que se enfrenta la región y se sugieren una serie de posibles soluciones.

El capital humano de los docentes

Los profesores en ALC no cuentan con los conocimientos teóricos y pedagógicos suficientes para promover habilidades de pensamiento crítico. Tal vez como resultado, suelen temer perder el control del salón de clases durante las actividades prácticas y expresan sentir ansiedad al tener que enseñar habilidades más complejas en matemáticas y ciencias (Beilock y otros 2010; Preece 1979). Afortunadamente, existen diversos enfoques que sirven para hacer frente a estos retos y muchos de ellos no requieren la inversión de una cantidad excesiva de recursos.

Cuando los docentes no cuentan con los conocimientos suficientes de contenido y pedagogía pueden optar por un tipo de instrucción en la que las lecciones se lleven a

cabo a través de una serie de pasos estructurados y pequeños, esto puede facilitar la participación de los estudiantes a través de revisiones frecuentes de su comprensión (Rosenshine y Stevens 1986). Debido a que estas lecciones han sido estructuradas previamente, los profesores se pueden preparar mejor para explicar conceptos específicos y sus resultados. La instrucción explícita es eficiente en ciertos casos, pero de todas formas los profesores deben dar la oportunidad a los estudiantes de participar en investigaciones. Pedir a los alumnos que desarrollen soluciones los mantiene activos en las matemáticas y las ciencias, y puede ser un factor de predicción de su participación futura en tales materias.

El desarrollo profesional contextualizado y aplicable puede mejorar la ejecución de la enseñanza basada en la investigación por parte de los profesores. En lugar de los tradicionales seminarios pedagógicos, los docentes pueden participar en sesiones de estudio de las lecciones en las que colaboran con otros colegas para llenar

las brechas de contenido y coordinar sus prácticas de instrucción. Usualmente, los grupos de profesores planifican, enseñan, observan la enseñanza y critican las lecciones con el propósito de aumentar la efectividad. En esos casos, los docentes también pueden participar en grupos de análisis de los trabajos de los estudiantes para poder anticipar sus errores y preparar mejor las respuestas. También pueden trabajar en conjunto para modificar sus prácticas y alcanzar el máximo potencial de sus capacidades. Esto es especialmente importante a la hora de llevar a cabo técnicas de instrucción basada en el lugar, debido a que frecuentemente los profesores tendrán que adaptar los planes de las lecciones en base a los recursos disponibles. En esencia, al trabajar de forma colaborativa y compartir las experiencias y habilidades, los profesores pueden disminuir su ansiedad y conducir las clases con más confianza. De hecho, aquellos docentes que participan en este tipo de actividades presentan mejoras sustanciales en sus prácticas dentro del salón de clases, especialmente en la educación primaria (Lewis 2005; Stigler y Hiebert 1997). En el cuadro 2.1. se ofrece un análisis más profundo sobre el desarrollo de estrategias profesionales colaborativas.

Apoyo administrativo

Aunque entre los investigadores existe un consenso general en torno a la importancia de la educación temprana en matemáticas y ciencias, muchos padres y profesores, partiendo de sus propias experiencias en estas materias, mantienen creencias erróneas sobre sus beneficios potenciales. Las principales motivaciones de los docentes de educación temprana en matemáticas y ciencias para impartir estas materias suelen ser los complicados exámenes que, de acuerdo con los estándares tradicionales, evalúan los conocimientos básicos en lugar de las habilidades para solucionar problemas. Los líderes escolares y los formuladores de políticas pueden implementar acciones que les permitan convencer a las comunidades sobre la importancia de la educación

en matemáticas y ciencias, y establecer medidas contables que evalúen las habilidades del siglo XXI.

Tanto los docentes como los padres deben invertir en la educación temprana en matemáticas y ciencias, y los directores cuentan con distintas estrategias para ayudarlos a hacerlo. Una de las posibles vías es buscar el patrocinio de la comunidad para eventos con contenido matemático y científico, en los que se expongan los trabajos de los estudiantes y se refleje que el pensamiento crítico de alto nivel es alcanzable desde los primeros grados. Adicionalmente, pueden llevar a cabo reuniones con los padres en las que se les aconseje sobre cómo apoyar el aprendizaje en matemáticas y ciencias desde la casa. Este último enfoque puede ser complementado con la asignación de proyectos de educación en el hogar en los que los padres trabajen en conjunto con sus hijos para facilitar el aprendizaje fuera de la escuela. Sin importar qué opción se seleccione, es importante asegurar el apoyo de los padres a la educación temprana de matemáticas y ciencias, pues el mismo se ha vinculado positivamente con el futuro logro académico de los estudiantes y su participación en estas materias (Parcel y Dufur 2001).

Para poder motivar a los docentes a cambiar sus prácticas de instrucción, los líderes escolares y formuladores de políticas deben reflexionar sobre la forma en que realizan las evaluaciones de las competencias en matemáticas y ciencias. En la región ALC, los estudiantes suelen ser puestos a prueba en términos de qué conocimientos pueden recordar o si pueden utilizar eficientemente cierto algoritmo o proceso. Las prácticas de evaluación actuales hacen demasiado énfasis en las habilidades tradicionales y por ello son menos capaces de evaluar la capacidad de los estudiantes de solucionar problemas. Los docentes que están motivados por estos estándares tienden a enseñar especialmente para los exámenes y es por esto que terminan apoyándose en exceso en las técnicas de memorización (Comisión Gordon 2013). Por lo tanto, en lugar de

utilizar exámenes tradicionales, los docentes deben cambiar su enfoque para evaluar a los estudiantes, incluyendo pruebas basadas en proyectos en las que los estudiantes demuestren su capacidad de justificar procesos y resultados (Darling-Hammond y Wentworth 2010; Yuan y Le 2012). En el cuadro 2.2. se describen las características esenciales de los exámenes de alto rigor.

Conclusiones

Muchos formuladores de políticas y docentes en ALC han expresado su interés en adoptar nuevas teorías que podrían liberar la capacidad de los niños pequeños de desarrollar habilidades en matemáticas y ciencias. Las habilidades del siglo XXI demandan la aplicación de un currículo de matemáticas y ciencias tempranas que se implemente utilizando prácticas basadas en la evidencia para potenciar el pensamiento crítico de los estudiantes y fomentar su futura participación en carreras en matemáticas y ciencias.

Actualmente la pedagogía en matemáticas y ciencias tiene una influencia negativa sobre el logro de los estudiantes. De acuerdo a evidencia reciente, los niños muy pequeños tienen la capacidad de pensar de forma matemática y científica. Si los docentes logran capitalizar estas destrezas innatas, entonces podrán equipar a sus estudiantes con las habilidades necesarias para sobresalir en la escuela primaria y en sus carreras posteriores. A través de una combinación de técnicas de instrucción explícita y basada en la investigación, los profesores de matemáticas y ciencias tempranas pueden hacer que los estudiantes participen en actividades significativas que mejoren sus probabilidades de éxito futuro en matemáticas y ciencias. Mejorar la calidad de los docentes, cambiar la mentalidad de los grupos de interés y reformar los estándares de rendición de cuentas para la educación temprana en matemáticas

Cuadro 2.2. Atributos de los exámenes de alto rigor

Los exámenes de alto rigor deben:

- Evaluar las habilidades de pensamiento de orden superior, incluyendo la transferencia del aprendizaje.
- Incluir elementos que se acerquen al tipo de problemas y situaciones que los estudiantes pueden experimentar en el mundo real.
- Ser contrastados con sistemas educativos de alto desempeño.
- Medir los conceptos subyacentes que pueden ser enseñados y aprendidos, en lugar de depender de las habilidades para realizar exámenes de los estudiantes o de sus conocimientos de experiencias externas a la escuela.
- Ofrecer información tanto de cómo piensan los estudiantes como de lo que saben.
- Servir de guía o modelo para una buena enseñanza y aprendizaje.
- Ser válidos, confiables y justos.

Fuente: Näslund-Hadley, Bando, y Rojas (próximo a publicarse en el 2016).



Cuadro 2.1. Estrategias de desarrollo profesional basadas en el trabajo

El análisis del trabajo de los estudiantes

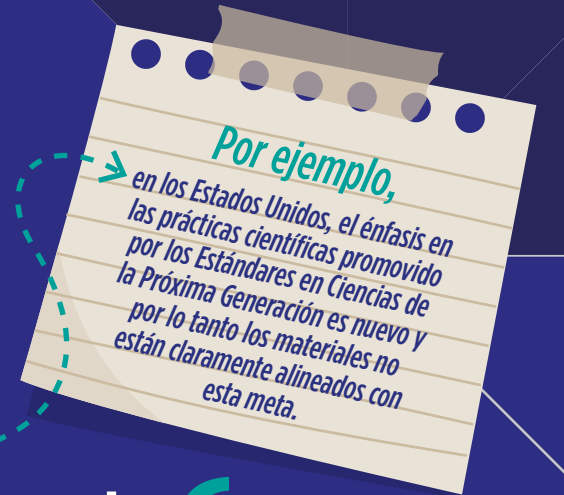
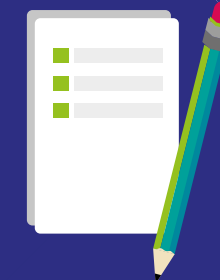
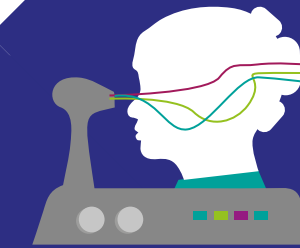
puede ser un medio poderoso para el aprendizaje de los profesores que trabajan en grupos para comparar las respuestas de los estudiantes. Las tareas pueden ser problemas convencionales que hayan sido planteados a los estudiantes, dispositivos generados para dar apoyo a las presentaciones o exámenes. Una de las metas del análisis del trabajo de los estudiantes es presionar a los educadores para que realicen actividades participativas de profundidad, abiertas, en las que no existan respuestas evidentemente "correctas", como suele ocurrir en los problemas de investigación. En el proceso de análisis del trabajo de los estudiantes, los profesores discernen los razonamientos que se evidencian en estos trabajos, fomentando una mejor claridad alrededor de las facetas de entendimiento (en lugar de las respuestas "correctas" o "incorrectas").

El análisis del trabajo de los estudiantes también puede ayudar a esclarecer qué tan bien se está enfocando la enseñanza, en un salón de clase dado, hacia ciertos objetivos de aprendizaje, y puede generar nuevas ideas de enseñanza. Ver Supovitz (2002) y Supovitz y Christman (2003).

El estudio de las lecciones

se realiza en pequeños grupos de profesores que colaboran para mejorar la enseñanza y el aprendizaje a través de un análisis cercano de la instrucción. Originada en Japón, esta estrategia se ha popularizado en muchas partes del mundo. Típicamente, el estudio de las lecciones involucra grupos de profesores de una misma escuela que planifican, enseñan, observan y critican las lecciones. Los recursos útiles para dar apoyo al proceso de estudio grupal han sido recopilados en el Grupo de Investigación de Estudio de Lecciones

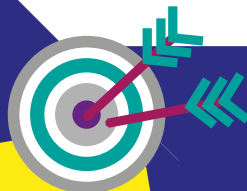
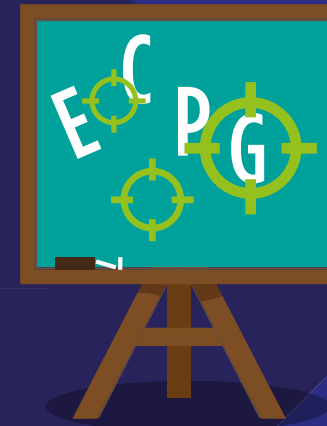
(<http://www.tc.columbia.edu/lessonstudy/index.html>).



La adaptación del currículo

involucra la participación de los docentes en conjunto para realizar cambios modestos (no completos) a los currículos compartidos buscando alinear los materiales y las prácticas de instrucción con un objetivo en particular.

Por medio de la adaptación del currículo, los docentes pueden resolver algunas de las dudas que surgen de las nuevas expectativas relacionadas con la materia, aplicar lo que han entendido en lecciones adaptadas y después reflexionar sobre sus esfuerzos colectivamente para mejorar la sincronización y la calidad de la instrucción. Esta estrategia puede ser de particular interés en este momento en los Estados Unidos, debido a que los nuevos estándares llegan en un momento en el que pocos estados y sistemas escolares tienen recursos para invertir en los nuevos currículos o en prácticas de desarrollo profesional. Ávidos por mejorar el aprendizaje en ciencias, incluso con recursos limitados, los líderes en educación de los Estados Unidos están organizando grupos de profesores para modificar las unidades de instrucción y alinearlas con las nuevas metas descritas en los ECPG. Con la correcta facilitación y apoyo, estos proyectos de modificación de currículos pueden ser opciones poderosas para el aprendizaje de los docentes y la implementación de mejoras de las ciencias primarias. Ver Peneul, Gallagher, y Moothy (2011) y Peneul, Harris, y DeBarger (2015).



y ciencias puede ayudar a resolver los problemas asociados con la enseñanza en estas materias.

A pesar de los desempeños deficientes que han presentado los países de la región ALC en los exámenes internacionales de matemáticas y ciencias, ha habido mejoras razonables en la región, lo que sugiere que los formuladores de políticas y líderes

escolares están dispuestos y son capaces de trabajar en estas áreas de crecimiento. Aunque no se puede negar el progreso, el problema está aún muy lejos de ser resuelto. Se requiere tomar más acciones que puedan asegurar que los niños reciban una educación de elevada calidad y una instrucción equitativa. Por suerte, los avances en las competencias tempranas en

matemáticas y ciencias apuntan a reformas que prometen potenciar el aprendizaje de los estudiantes y aumentar su participación futura en estos campos. La implementación de estas innovaciones depende ahora de los líderes educativos que deberán respetar tanto el contexto como la capacidad de sus sistemas escolares.

Referencias

Agudelo-Valderrama, C., B. Clarke, y A. 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.

Anderson, J., L. Reder, y H. Simon. 2000. Applications and misapplications of cognitive psychology to mathematics education. Carnegie Mellon University. Pittsburgh, PA.

Archer, A., y C. Hughes. 2011. Explicit instruction: Effective and efficient teaching. Nueva York: Guilford.

Beilock, S. L., L. A. Gunderson, G. Ramirez, y S. C. Levine. 2010. Respuesta a Plante et al.: Girls' math achievement is related to their female teachers' math anxiety. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(20): E80.

Bharadwaj, P., G. Giorgi, D. Hansen, C. Neilson. 2015. The gender gap in mathematics: Evidence from a middle-income country. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, no. 721. Marzo.

Boaler, J. 2006. Urban success: A multidimensional mathematics approach with equitable outcomes. *Phi Delta Kappa* 87: 364-69.

Borasi, R. 1994. Capitalizing on errors as "springboards for inquiry": A teaching experiment. *Journal for Research in Mathematics Education* 25: 166-208.

Bransford, J. D., A. L. Brown, y R. R. Cocking 1999. How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academy Press.

Brownell, W. 1956/1987. Meaning and skill—Maintaining the balance. *Arithmetic Teacher* 34(8): 18-25.

Bruns, B., y J. Luque. 2014. Great Teachers: How to Raise Student Learning in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: Banco Mundial.

Carey, S. 2009. *The Origin of Concepts*. Nueva York: Oxford University Press.

Carlson, J., E. Davis, y C. Buxton. 2014. Supporting the implementation of NGSS through research: Curriculum materials. NGDD Papers, National Association for Research in Science Teaching, Reston, VA. https://narst.org/ngsspapers/Curriculum_Materials_061914.pdf.

Carpenter, T., E. Fennema, M. Franke, L. Levi y S. Empson. 1999. *Children's Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Carver, S. 2001. Cognition and instruction: Enriching the laboratory school experience of children, teachers, parents, and undergraduates. En *Cognition and Instruction*, ed. S. Carver y D. Klahr (385-426). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Castellaro, M. 2011. Definiciones Teóricas y Áreas de Investigación Propuestas desde el Constructivismo. En *Publicaciones Latinoamericanas de Psicología y Educación Presentes en la Base de Datos REDALYC*. *Liberabit* 18(2): 131-46. ISSN 1729-4827.

Cheng, Y., y K. Mix. 2014. Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of Cognition and Development* 15(1): 2-11.

Chouinard, M. 2007. Children's questions: A mechanism for cognitive development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. 72 (1): vii-ix, 1-136.

Civil, M., y S. Crespo. Próxima publicación en el 2016. Teachers to count on: Supporting primary-level mathematics teachers. En *All Children Count: Early Mathematics and Science Education in Latin America and the Caribbean*, ed. E. Näslund-Hadley y R. Bando (capítulo 4). Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Cohen, T. 2008. The effect of direct instruction versus discovery learning on the understanding of science lessons by second-grade students. *NERA Conference Proceedings 2008*. Papel de trabajo 30.

Cohen, E. G., y R. Lotan. 1997. *Working for Equity in Heterogeneous Classrooms: Sociological Theory in Practice*. Nueva York: Teachers College Press.

Colburn, A. 2000. An inquiry primer. *Science Scope*, Marzo: 42-44.

Cueto, S., C. Ramirez, y J. Leon. 2006. Opportunities to learn and achievement in mathematics in a sample of sixth-grade students in Lima, Peru. *Educational Studies in Mathematics*. 62 (1): 25-55.

Darling-Hammond, L., y L. Wentworth. 2010. Benchmarking learning systems: Student performance assessment in international context. Centro para las Políticas de Oportunidad en Educación de Stanford, Universidad de Stanford, Stanford, CA.

Duschl, R. A., H. A. Schweingruber, y A. W. Shouse. 2007. *Taking Science to School: Learning and Teaching Science In Grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.

Dweck, C. 2000. *Self-Theories: Their Role in Motivation, Personality and Development*. Filadelfia, PA: Psychology Press.

Fosnot, C. T. 2005. Constructivism revisited: Implications and reflection. En *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice* (2d ed.), ed. C. Fosnot (276-91). Nueva York: Teachers Collage Press.

French, L. 2004. Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*. 19: 138-49.

Furtak, E., T. Seidel, H. Iverson, y D. Briggs. 2012. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*. 82 (3), 300-329.

Geary, D. C. 1994. *Children's Mathematical Development: Research and Practical Applications*. Washington, DC: Asociación Estadounidense de Psicología.

Gelman, R., y K. Brenneman. 2004. Science learning pathways for young children. *Early Childhood Research Quarterly*. 19: 150-58.

Gelman, R., K. Brenneman, G. Macdonald, y M. Roman. 2010. *Preschool Pathways to Science (PrePS), Facilitating Scientific Ways of Thinking, Talking, Doing, and Understanding*. Baltimore, MD: Brookes.

Gonzalez, N., E. McIntyre, y A. S. Rosebery. Eds. 2001. *Classroom Diversity: Connecting Curriculum to Students' Lives*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Gopnick, A., y L. Schulz. 2007. *Causal Learning: Psychology, Philosophy, Computation*. Nueva York: Oxford University Press.

Comisión Gordon sobre el Futuro de la Evaluación en Educación. 2013. *A Public Policy Statement*. Princeton, NJ: Comisión Gordon. http://www.gordoncommission.org/rsc/pdfs/gordon_commission_public_policy_report.pdf.

Greenfield, D. B. Próximo a publicarse en 2016. The power of inquiry: Why science belongs in early childhood classrooms. En *All Children Count: Early Mathematics and Science Education in Latin America and the Caribbean*, ed. E. Näslund-Hadley y R. Bando (capítulo 7). Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Gunderson, E. A., G. Ramirez, S. L. Beilock y S. C. Levine. 2012. The relation between spatial skill and early number knowledge: The role of the linear number line. *Developmental Psychology*. 48(5): 1229.

UMI (Unión Matemática Internacional). 2014. *Mathematics in Latin America and the Caribbean: Challenges and opportunities*. Comisión para los Países en Vías de Desarrollo, Unión Matemática Internacional.

Lankford, H., S. Loeb, y J. Wyckoff. 2002. Teacher sorting and the plight of urban schools: A descriptive analysis. *Educational Evaluation and Policy Analysis*. 24: 37-62.

Lefevre, J., S. L. Greenham, y N. Waheed. 1993. The development of procedural and conceptual knowledge in computational estimation. *Cognition and Instruction* 11(2): 95-132.

Lewis, C. 2005. How do teachers learn during lesson study? En *Building Our Understanding of Lesson Study*, ed. P. Wang-Iverson y M. Yoshida. Filadelfia, PA: Research for Better Schools.

Loeb, S., y M. Reininger. 2004. *Public policy and teacher labor markets: What we know and why it matters*. Centro de Políticas de Educación, Universidad del Estado de Michigan, East Lansing, MI.

Mantzicopoulos, P., y H. Patrick. 2011. Reading picture books and learning science: Engaging young children with informational text. *Theory into Practice* 50 (4): 269-76.

- Mantzicopoulos, P., H. Patrick, y A. Samarapungavan. 2013. Science literacy in school and home contexts: Kindergarteners' science achievement and motivation. *Cognition and Instruction*. 31: 62-119.
- Näslund-Hadley, E. Martínez, A. Loera, y J. M. Hernández-Agramonte. 2012. Leading the way to math and science success: Challenges and triumphs in Paraguay. División de Educación, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.
- Näslund-Hadley, E., M. Cabrol, y P. Ibararan. 2009. Beyond Chalk And Talk: Experimental Math And Science Education In Argentina. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Näslund-Hadley, E., A. Loera y K. Hepworth. 2014. What goes on inside Latin American Math and science classrooms: A video study of teaching practices. *Global Education Review* 1(3): 110-128.
- Näslund-Hadley, E., y R. Bando. Eds. Próximo a publicarse en el 2016. All Children Count: Early Mathematics and Science Education in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Näslund-Hadley, E., R. Bando, y A. Rojas. Próximo a publicarse en el 2016. Assessing the acquisition of 21st century skills. En All Children Count: Early Mathematics and Science Education in Latin America and the Caribbean, ed. E. Näslund-Hadley y R. Bando (chapter 13). Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Nosek, B. A., A. G. Greenwald, y M. R. Banaji. 2007. The Implicit Association Test at age 7: A methodological and conceptual review. En *Automatic Processes in Social Thinking and Behavior*, ed. J. A. Bargh (265-92). Filadelfia, PA: Psychology Press.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2010. *The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice*. París: OCDE.
- Parcel, T. L., y M. J. Dufur. 2001. Capital at home and at school: Effects on child social adjustment. *Journal of Marriage and Family* 63: 32-47.
- Parkay, F. W., y G. Hass. 2000. *Curriculum Planning* (7th ed.). Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Patrick, H., y P. Mantzicopoulos. 2015. Young children's motivation for learning science. En *Research in Early Childhood Science Education*, ed. K. Trundle, y M. Saçkes. Londres, RU: Springer.
- Penuel, W., L. Gallagher, y S. Moorthy. 2011. Preparing teachers to design sequences of instruction in earth systems science: A comparison of three professional development programs. *American Educational Research Journal* 48(4): 996-1025.
- Penuel, W., C. Harris, y A. DeBarger. 2015. Implementing the Next Generation Science Standards. *Phi Delta Kappan* 96(6): 45-49.
- Pesek, D., y D. Kirshner. 2000. Interference of instrumental instruction in subsequent relational learning. *Journal for Research in Mathematics Education* 31 (5): 524-40.
- Piaget, J., y B. Inhelder. 1969. *The Psychology of the Child*. Nueva York: Basic.
- Pimenta, L. 2010. A perspectiva construtivista nos anos iniciais do ensino fundamental: Estudo de caso de uma escola do interior paulista. *Disertación doctoral*, Universidade Estadual Paulista, Brasil.
- Preece, P. 1979. Student teacher anxiety and class-control problems on teaching practice: A cross-lagged panel. *British Educational Research Journal* 5(1): 13-19.
- Ramírez, M. 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.
- Richland, L., y R. Frausel. Próximo a publicarse en el 2016. Development of mathematics skills in early childhood. En All Children Count: Early Mathematics and Science Education in Latin America and the Caribbean, ed. E. Näslund-Hadley y R. Bando (Capítulo 3). Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Riechard 1973. A decade of preschool science: Promises, problems, and perspectives. *Science Education*. 57(4): 437-51.
- Rittle-Johnson, B., y J. R. Star. 2007. Does comparing solution methods facilitate conceptual and procedural knowledge? An experimental study on learning to solve equations. *Journal of Educational Psychology* 99(3): 561-74.
- Rosenshine, B., y Stevens. 1986. Teaching functions. En *Handbook of Research on Teaching* (3ra edición), ed. M.C. Wittrock (376-91). Nueva York: Macmillan.
- Ryder, R. J., J. L. Burton, y A. Silberg. 2006. Longitudinal study of Direct Instruction effects from first through third grades. *Journal of Educational Research*. 99: 179-91.
- Salillas, E., y N. Y. Y. Wicha. 2012. Early learning shapes the memory networks for arithmetic: Evidence from brain potentials in bilinguals. *Psychological Science*. 23(7): 745-55.
- Samarapungavan, Patrick, y Mantzicopoulos 2011. What kindergarten students learn in inquiry-based science classrooms. *Cognition and Instruction* 29: 416-70.
- Schoenfeld, A. H. 1989. Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*. 20: 338-55.
- Shouse, A. Próximo a publicarse en el 2016. Primary science in the 21st Century: Strategies for inclusive teaching. En All Children Count: Early Mathematics and Science Education in Latin America and the Caribbean, ed. E. Näslund-Hadley y R. Bando (Capítulo 8). Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Siegler, R., y J. Booth. 2004. Development of numerical estimation in young children. *Child Development*. 75(2): 428-44.
- Spillane, J. P. 2000. Cognition and policy implementation: District policymakers and the reform of mathematics education. *Cognition and Instruction*. 18(2), 141-179.
- Stallings, J., y S. Knight. 2007. The implementation of the Accelerated School Model in an Urban Elementary School. En *No quick fix: Rethinking Literacy Programs in America's Elementary Schools: The RTI Edition*, ed. R. Allington y S. Walmsley (236-51). Nueva York: Teachers' College Press.
- Starkey P., E. S. Spelke y R. Gelman. 1983. Detection of intermodal numerical correspondences by human very young children. *Science* 222: 179-81.
- Stigler, J. W. y J. Hiebert. 1999. *The Teaching Gap: Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. Nueva York: Free Press.
- Stinebrickner, T., y R. Stinebrickner. 2011. Learning about academic ability and the college dropout decision. *Journal of Labor Economics* 30(4): 707-48.
- Strauss M. S. y L. E. Curtis. 1981. Infant perception of numerosity. *Child Development* 52: 1146-52.
- Supovitz, J. A. 2002. Developing communities of instructional practice. *Teachers College Record* 104(8): 1591-1626.
- Supovitz, J., y J. B. Christman. 2003. Developing communities of instructional practice: Lessons for Cincinnati and Philadelphia. CPRE Policy Briefs, RB-39, Consorcio de Investigación de Políticas en Educación, Escuela de Postgrado en Educación, Universidad de Pennsylvania.
- Tai, R. H., Q. C. Liu, A. V. Maltese, Y X. Fan. 2006. Planning early for careers in science. *Science* 312: 1143-44.
- Tobias, S. 1993. *Overcoming Math Anxiety*. Nueva York: Norton.
- Valverde, G. A., E. Luna, R. Roncagliolo, y S. González. 2009. Informe de Evaluación externa. Reporte TEF-Matemáticas 2009. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Santiago de los Caballeros, República Dominicana.
- Wai, J., D. Lubinski, y C. P. Benbow. 2009. Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology* 101: 817-35.
- Yuan, K., y V-N Le. 2012. Estimating the percentage of students who were exposed to deeper learning on state achievement tests. Reporte preparado por Rand Education para la Fundación William y Flora Hewlett, PM-3945-WFHF. Febrero.
- Zacharos, K. 2006. Prevailing educational practices for area measurement and students' failure in measuring areas. *Journal of Mathematical Behaviour* 25: 224-39.
- Zion, M., y R. Mendelovici. 2012. Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International* 23(4): 383-99.
- Zion, M., y M. Slezak. 2005. It takes two to tango: In dynamic inquiry, the self-directed student acts in association with the facilitating teacher. *Teaching and Teacher Education* 21(7): 875-94.

Poniendo los Principios en Práctica: ¿Qué Funciona en la Educación Temprana de Matemáticas y Ciencias?

Emma Näslund-Hadley y Rosangela Bando

Los profesores de matemáticas en América Latina y el Caribe nos preguntan ocasionalmente sobre nuestras investigaciones relacionadas a cómo impulsar las habilidades de pensamiento crítico y creativo a través de la enseñanza de matemáticas y ciencias. Ellos casi siempre quieren saber cómo cambiar sus métodos de enseñanza para asegurarse de que sus estudiantes desarrollen estas habilidades. Nosotros les solemos decir que ningún método de enseñanza por sí mismo es suficiente para asegurar que los estudiantes desarrollen una comprensión conceptual de las matemáticas y las ciencias. Muchos enfoques educativos diferentes han tenido resultados prometedores, pero cada uno está asociado

específicamente a un contexto local. Por otro lado, lo que sí indicamos a los docentes es que nuestras evaluaciones de estos enfoques apuntan a una serie de temas comunes que parecen promover procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas y ciencias efectivos. En este capítulo hacemos una revisión de los enfoques que han funcionado en la educación primaria y secundaria en la región - o al menos en los contextos que hemos explorado. Nuestros descubrimientos sugieren que es posible mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas en los complejos contextos descritos en los capítulos anteriores.

Los estudiantes de matemáticas y ciencias de América Latina están obteniendo calificaciones que los ubican por debajo

de sus pares en la mayoría de los países desarrollados. Además, el aprendizaje es muy desigual (ver el capítulo 1). En las aulas de clase de la región se utilizan con frecuencia técnicas de repetición de contenidos y memorización, adicionalmente los docentes tienden a tener brechas de conocimiento importantes (Näslund-Hadley, Loera y Hepworth 2014).

Sin embargo, los niños en edad preescolar están biológicamente predispuestos a pensar matemática y científicamente, y esto puede ser fomentado a través de experiencias en los primeros años de la escuela que involucren la solución de problemas con números, objetos, materiales y eventos. Continuar con este desarrollo en la escuela primaria es importante para obtener ganancias sostenidas en el aprendizaje de matemáticas (capítulo 4). Las investigaciones en la educación de matemáticas y ciencias resaltan la importancia de trabajar a partir de los fondos de conocimientos de los niños, la participación de la comunidad en el proceso de aprendizaje y la práctica de la enseñanza compleja, capaz de hacer pasar a los alumnos de un modelo centrado en el profesor a un modelo práctico centrado en los estudiantes y en su capacidad de solucionar problemas.

Las prácticas de enseñanza que se centran en los estudiantes han estado cambiando poderosamente los sistemas educativos de los países industrializados, pero aún quedan preguntas por resolver en relación a si las estrategias de enseñanza de matemáticas y ciencias que se proponen en la literatura funcionarán en los países en vías de desarrollo - y de funcionar, cómo lo harían (O'Sullivan 2004; Wilmott 2003). Por ejemplo, ¿funcionarán en la región las estrategias de instrucción basadas

en la investigación?, ¿qué modelos de aprendizaje y enfoques de enseñanza serán los más apropiados para estos profesores y estudiantes?, y ¿los modelos de enseñanza práctica, basada en las habilidades, para las matemáticas y ciencias tempranas podrán ser implementados por docentes con brechas importantes en su conocimiento de los contenidos y en sus herramientas pedagógicas?

Para dar respuesta a estas preguntas, acudimos a ocho programas educativos de matemáticas y ciencias tempranas que llevan a salones de clase reales algunas de las recomendaciones que se han presentado en la literatura. Los programas de matemáticas incluyen: el programa Mimate en las regiones de Huancavelica y Ayacucho en Perú, el programa Tikichuela en el departamento de Cordillera en Paraguay, el programa Matemáticas para Todos en las provincias de Buenos Aires y Tucumán en Argentina; y el programa Matemáticas Visibles y Tangibles del distrito de Belice, en Belice. Dos de los programas fueron llevados a cabo en Perú donde, en respuesta a la demanda creciente de una fuerza laboral con alfabetización científica, el gobierno incluyó "el desarrollo del pensamiento matemático y la cultura científica" como meta de su nuevo currículo de educación primaria. Para poner a prueba este currículo, en el 2010 se diseñó, y se probó mediante un piloto, un programa práctico de Ciencias y Ambiente para los salones de clase de tercer grado, en áreas con dificultades socioeconómicas a lo largo de la provincia de Lima. Dos años después, en base a los resultados del programa piloto, se implementó un programa revisado en las mismas escuelas. En este capítulo, nos referimos a estos programas como Ciencias y Ambiente I y Ciencias y Ambiente II. En este capítulo también se discuten dos programas implementados en el 2009 en salones de clase del cuarto grado en las provincias de Buenos Aires y Tucumán en Argentina. Estos dos programas son Ciencias y Tecnología a través de la Creatividad (CTC) y el Programa de Alfabetización Científica (PAC).

Estos ocho programas fueron diseñados en respuesta a brechas en la calidad de enseñanza de los profesores y de los deficientes logros académicos de los estudiantes durante los primeros años de su educación en matemáticas y ciencias. En Argentina y Belice nos volcamos a una búsqueda similar, determinar si el aprendizaje individualizado y práctico en matemáticas funcionaría en los salones de clase de la región. En Argentina y Perú, exploramos si la enseñanza práctica en ciencias podía mejorar el aprendizaje de los alumnos en la primaria. En Perú y Paraguay evaluamos los programas con el apoyo de una organización llamada Innovations for Poverty Action (en español "Innovación para las Acciones en contra de la Pobreza, IPA por sus siglas en inglés). En Argentina, la Universidad Católica del Uruguay (UCUDAL) llevó a cabo una evaluación cuantitativa, mientras que la evaluación cualitativa fue realizada por el Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). La evaluación en Belice fue llevada a cabo por la Universidad del Norte de Texas.

En la primera sección de este capítulo se describen los ocho programas, incluyendo semejanzas y diferencias entre ellos. En la segunda sección se resume la metodología de evaluación. En la tercera sección se discuten los resultados cualitativos y cuantitativos.

Ocho programas fundamentados en prácticas pedagógicas comunes

Los ocho programas descritos en este capítulo buscan desarrollar las habilidades en ciencias y matemáticas en la educación pre-primaria y primaria. Los programas comparten elementos clave y trabajan sobre principios pedagógicos similares que se discuten más adelante: el aprendizaje

centrado en los estudiantes, el desarrollo profesional, las ciencias como una tarea social, los fondos de conocimiento, el andamiaje individual y los materiales tangibles para los experimentos. En los ocho programas, el contenido se cubre a través de unidades de investigación que se combinan con elementos de enseñanza explícita y se organizan en torno a áreas o líneas temáticas. Tal y como se explica en la revisión de la literatura de este Resumen, aunque cada concepto es diferente, todos guardan una relación entre ellos; son bloques de construcción importantes para el aprendizaje efectivo de los estudiantes.

Dando sentido a las matemáticas y las ciencias a través del aprendizaje centrado en los estudiantes

Puede que sea difícil imaginar a niños de cuatro o cinco años realizando operaciones algebraicas, o practicando la geometría, pero los niños en las aulas de clase de preescolar en la región de Cordillera de Paraguay aprenden a multiplicar organizando pelotas o palitos en grupos y trabajan juntos para formar pentágonos y hexágonos con sus cuerpos. Los niños también participan en un programa que se llama Tikichuela: Matemáticas en mi Escuela. Este programa es el resultado de una alianza entre los gobiernos de Japón y de Paraguay, la Organización de Estados

Iberoamericanos y el Banco Interamericano de Desarrollo. La idea detrás del currículo es que los niños de preescolar necesitan aprender de forma temprana las habilidades matemáticas para poder construir una base adecuada para la primaria y la secundaria.

De forma similar, en las provincias de Huancavelica y Ayacucho en Perú, los niños de cuatro y cinco años construyen sus bases en matemáticas a través del programa Mimate. Este programa se enfoca en la inclinación natural de los niños hacia las matemáticas al utilizar técnicas de enseñanza basadas en juegos para presentarles los conceptos matemáticos. Los niños exploran las dimensiones matemáticas en sus alrededores físicos y sociales, y en las lecciones se utilizan tantos sentidos como sea posible, para aumentar así las probabilidades de que los niños recuerden y conecten las diferentes actividades. La intención pedagógica general de cada lección es colocar al niño en el centro de

su propio aprendizaje. Durante una visita reciente, un profesor de Tikichuela afirmó: “pasé de ser el protagonista del salón de clases a ser un facilitador”.

En los programas educativos de primaria en Argentina y Belice – Matemáticas para Todos (Argentina) y Matemáticas Visibles y Tangibles (Belice) – los estudiantes adquieren un rol activo en el aprendizaje a través de estrategias de enseñanza que les permiten resolver problemas reales representando y comunicando sus pensamientos por medio del uso de diagramas, palabras, materiales concretos y fotos, dándole, de esta forma, más significado al uso de las matemáticas (cuadro 3.1). El programa busca ayudar a los niños a desarrollar habilidades de pensamiento crítico que potencien su capacidad de solucionar problemas en otras áreas de sus vidas. En lugar de enseñar a los estudiantes a llevar a cabo procedimientos, estos programas se enfocan en enseñarles

Cuadro 3.1. Estrategias de enseñanza que otorgan más significado a las matemáticas



Practicar los conceptos pedagógicos que refuerzan el pensamiento crítico de los niños y sus habilidades de pensamiento creativo.



Diseñar actividades apropiadas de acuerdo al contexto, que se construyan a partir de los conocimientos que los niños llevan a la escuela.



Promover en los estudiantes la fluidez de procedimientos, asegurándose de que cuenten con la energía para realizar actividades más retadoras conceptualmente y de que los procedimientos se adhieran al significado de las matemáticas.



Permitir a los estudiantes planificar y llevar a cabo investigaciones, así como realizar y poner a prueba predicciones mientras aprenden a recolectar y registrar información y a reflexionar sobre sus resultados.



Utilizar preguntas abiertas para estimular un diálogo más significativo dentro del salón de clases.



Actuar como facilitadores al sugerir puntos de partida y tareas de aprendizaje para ayudar a los estudiantes a enfrentarse a los retos.



cómo pueden utilizar sus conocimientos. Se alienta a los estudiantes a ser curiosos y a encontrar respuestas tanto colectivamente como de forma individual, para después discutir estos resultados con sus profesores y pares. El objetivo del programa es que la respuesta correcta sea menos importante que el pensamiento crítico que se utiliza para explorar el problema.

Animar a los estudiantes a desarrollar sus propias estrategias de solución de problemas, justificar sus ideas y aceptar sugerencias y críticas de parte de sus pares, son elementos que están en el corazón de las estrategias educativas de los programas de Argentina y Belice. Por ejemplo, en una de las actividades se les pregunta a los estudiantes cuántas mesas con 4 platos cada una deberán colocarse para tener un total de 36 platos. En un salón de clase de Tucumán, tres de los estudiantes resolvieron el problema como se presenta en el gráfico 3.1.

Las tres respuestas demuestran una comprensión básica de la división. Uno de los estudiantes solucionó el problema sumando el número 4 muchas veces hasta llegar a 36, y después contó cuántas veces había tenido que hacerlo. Otra estudiante

utilizó la multiplicación y concluyó que dado que $4 \times 9 = 36$ ella tenía que colocar 9 mesas. Y un tercer estudiante dibujó las mesas con cuatro platos en cada una y después contó el número total de mesas. Al haber sido alentados a desarrollar, utilizar y compartir una variedad de estrategias, los estudiantes comenzaron a reconocer los procesos involucrados en la división, adición, sustracción y multiplicación. En ambos programas, permitir a los estudiantes definir sus propias estrategias fue revolucionario para los profesores que estaban acostumbrados a utilizar el algoritmo estándar de la división.

Enfocarse en la solución conceptual de los problemas no implica que los niños no tengan que desarrollar ciertas habilidades matemáticas básicas. La fluidez en los procesos, incluyendo cierta memorización, es necesaria para solucionar problemas en un nivel más avanzado. Por ejemplo, solucionar los problemas matemáticos en grados superiores será más difícil para los estudiantes que tengan que invertir mucha energía en una multiplicación simple; mientras que los estudiantes que se hayan memorizado las tablas de multiplicar y otros

hechos matemáticos podrán comprometerse con la solución de actividades más retadoras conceptualmente.

Pero incluso la memorización de las tablas de sumas y multiplicaciones, así como el aprendizaje de los procesos matemáticos básicos y su aplicación, puede ser una actividad provocadora y divertida. En lugar de promover la fluidez en los procedimientos a través de los métodos de memorización palabra a palabra que son tan populares en la región (Näslund-Hadley, Loera y Hepworth 2014), los programas de educación primaria descritos en este capítulo promueven el conocimiento de las matemáticas a través de juegos y otras actividades interactivas. Por ejemplo, al observar los salones de clase de los participantes del programa Matemáticas para Todos en Argentina y de Matemáticas Visibles y Tangibles en Belice, pudimos ver a muchos estudiantes emocionados al participar en juegos de mesa con multiplicaciones.

En relación a los contenidos científicos, los estudiantes de tercer grado en Perú investigaron el mundo físico, el cuerpo humano y los seres vivos y el ambiente.

Mientras que los estudiantes de cuarto grado en Argentina investigaron el cuerpo humano y los efectos del movimiento y la energía sobre los materiales y la materia.

¿Recuerdas las coloridas piezas de Lego que los niños utilizan para construir edificios y rascacielos? Los estudiantes de las escuelas primarias públicas en Perú, que participaron en los dos programas de Ciencias y Ambiente, los utilizaron para desarrollar habilidades científicas. Estas iniciativas de aprendizaje a través del uso de piezas de Lego son el resultado de la colaboración entre el Ministerio de Educación, la Universidad Cayetano Heredia y el Banco Interamericano de Desarrollo. Ambos programas buscaban enseñar a los niños los diferentes modelos científicos y sus posibles aplicaciones. A través de los mismos, los estudiantes planifican y llevan a cabo investigaciones sistemáticas al realizar y poner a prueba predicciones, mientras aprenden a extraer y recopilar la información y a reflexionar en relación a sus descubrimientos. Además, discuten las implicaciones de sus resultados y comienzan a percibir que existen diferentes perspectivas, formas de organizar la información y distintas aplicaciones posibles para sus resultados.

Similarmente, en los programas CTC y PAC en Argentina se buscaba revitalizar el interés en las ciencias tanto en los estudiantes como en los profesores. Parte de la estrategia del Ministerio de Educación era explorar si el currículo nacional para el cuarto grado abarcaba de forma superficial demasiadas materias. Para dar respuesta a esta preocupación, los programas CTC y PAC ofrecieron una cobertura de mayor profundidad y menos temas.

El programa CTC fue diseñado por el instituto Sangari de Brasil para ser implementado en las complicadas circunstancias que rodean a la educación en los países en vías de desarrollo – por ejemplo, los docentes de la región suelen tener limitaciones en su entrenamiento pedagógico y en el conocimiento del contenido que enseñan. El modelo ofrece a los profesores un paquete integrado que incluye materiales para hacer experimentos

y guías de profesor-estudiante atractivas para cada una de las materias a cubrir. Los docentes no planifican sus propias lecciones; se les enseña a través de tutoriales cómo conducir cada una de ellas.

Como el CTC, el programa PAC buscaba construir conocimientos a través de experimentos guiados, pero les daba a los profesores un papel más prominente. El programa PAC no ofrecía un conjunto de lecciones predeterminadas. En lugar de ello, a través de un marco referencial se enseñaba a los profesores cómo las habilidades esenciales, tales como el razonamiento científico y la búsqueda de sentido, se integran en la educación primaria de ciencias naturales. El lenguaje científico juega un papel fundamental en la construcción de conocimientos. En el programa PAC se hacen sugerencias de textos científicos para los estudiantes, pero se espera que los profesores identifiquen fuentes complementarias, que pueden ir desde periódicos hasta actividades académicas, y que las incorporen en sus programas de enseñanza. El programa PAC es menos costoso que el CTC debido a que no incluye textos de guía o de trabajo. Se propone utilizar juegos de materiales científicos muy sencillos que se complementen con elementos de la vida diaria de los profesores y los estudiantes – por ejemplo, hilos, palillos, huesos de pollo y vinagre.

En lugar de ofrecer lecciones magistrales, los docentes actúan como facilitadores que ayudan a los alumnos a enfrentarse a los retos, tanto sugiriendo puntos de partida, como asignando tareas de aprendizaje. A través de preguntas e investigaciones sistemáticas, los estudiantes formulan y ponen a prueba sus hipótesis. Este tipo de prácticas dentro del aula eran nuevas para los profesores en Perú y Argentina. Al comienzo de los programas, una proporción significativa de los docentes – casi el 52 por ciento de los encuestados en Perú y 60 por ciento de los encuestados en Argentina – pensaban que era importante enseñar la teoría antes de pedir a los estudiantes que llevaran a cabo actividades prácticas. Para muchos profesores, guiar a sus alumnos

en el descubrimiento de los conceptos científicos en lugar de sencillamente presentar la teoría era problemático. Sin embargo, a pesar de la resistencia inicial, los programas fueron bien recibidos en la mayoría de las escuelas.

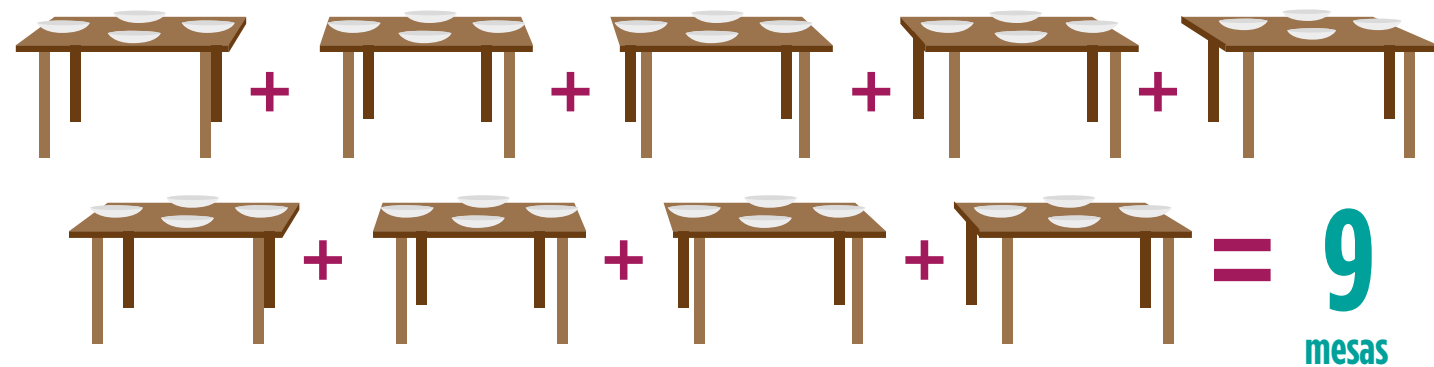
Como parte de este enfoque pedagógico, todos los programas buscaban ayudar a los profesores a apreciar el papel central que cumplen las preguntas dentro del aula. Debido a que el intercambio de preguntas y respuestas cortas tiende a ser poco productivo (Slavin 2009), se alentó a los docentes a realizar preguntas abiertas que estimularan un diálogo más significativo dentro del aula. Sin embargo, parece que lograr diálogos profesor-estudiante productivos requiere un tiempo substancial, puesto que el seguimiento no reveló ningún cambio en el tipo de diálogo que se daba en los salones que estaban siendo expuestos al programa en relación con los demás salones de clase. Aunque hubo una mejor cobertura de la materia, menos temas pero con más profundidad, los diálogos continuaron siendo breves y los estudiantes tendían a gritar las respuestas. En general, los profesores tuvieron dificultades para asimilar la idea de que hay más que una respuesta “correcta” y fallaron en la tarea de utilizar las respuestas incorrectas como un trampolín para generar el diálogo.

La investigación verifica la importancia de presentar cada lección estableciendo su propósito y vinculándola con los conocimientos previos de los estudiantes (Brophy 2001). Por lo tanto, para hacer que las lecciones sean significativas para los alumnos, los ocho programas refuerzan en los profesores la importancia de utilizar los primeros cinco minutos de cada lección para describir qué aprenderá el grupo y por qué esta información es relevante y, adicionalmente, les sugieren actividades que pueden ser utilizadas para ganar el interés de los niños.

Gráfico 3.1. Aprendiendo a dividir—estrategias de solución de tres estudiantes

¿Cuántas mesas con 4 platos cada una deben colocarse para tener un total de 36 platos?

$$4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 4 \times 9 = ?$$



Desarrollo profesional

La revisión de la literatura presentada en el capítulo 2 de este Resumen recomienda que los docentes se concentren en menos temas con mayor profundidad y que vinculen los conceptos enseñados al desarrollo de las habilidades de solución de problemas y pensamiento crítico de los estudiantes. Frecuentemente, los profesores de primaria y preescolar comienzan a desempeñar sus roles profesionales sin el entrenamiento adecuado en matemáticas y ciencias; como resultado, suelen tener brechas en sus conocimientos y métodos. Esto es válido para los docentes de los ocho programas descritos en este capítulo, muchos de los cuales no sienten que están preparados para enseñar sus materias. En ciencias, muchos docentes están

acostumbrados a enfocar su atención en descubrimientos importantes del pasado, definir términos científicos y revisar ocasionalmente el “método científico”, por lo que este cambio puede ser difícil y dramático.

Antes de que comenzaran estos programas, muchos docentes no contaban con la confianza en sus habilidades para enseñar ciencias y para llevar a cabo experimentos en clase. Los que diseñaron el programa midieron los pensamientos de los profesores en relación a las ciencias de diversas formas, incluyendo si estas visiones se reflejaban posteriormente en estereotipos o afectaban el conocimiento del método científico. En Perú y Argentina, la mayoría de los profesores tenían percepciones obsoletas de la disciplina científica. Tres cuartos de los docentes peruanos y casi

el 60 por ciento de los argentinos tenían ideas estereotipadas del método y el razonamiento científico. Por ejemplo, ellos afirmaban que las ciencias naturales eran un conjunto de conocimientos aceptados que explicaban los fenómenos básicos naturales. De la misma manera, más de la mitad de los docentes peruanos y 60 por ciento de los docentes argentinos tenían una visión anticuada de lo que hacen los científicos.

Los profesores de cuarto grado en Argentina debían nombrar tres conceptos que sus estudiantes tenían que aprender en ciencias, sin embargo, menos de 40 por ciento pudieron hacerlo. Cuando se les pidió que describieran estos conceptos utilizando pocas oraciones, menos del 5 por ciento tuvieron la capacidad de hacerlo, y en general confundían los conceptos científicos. Por ejemplo, muchos

profesores tenían dificultades diferenciando conceptos como “ambiente” y “ecosistema”, y tendían a relacionar el último con el ambientalismo y la preservación. Muchos profesores estaban conscientes de sus limitaciones pedagógicas y de contenido – únicamente el 40 por ciento expresó sentirse confiado en sus conocimientos científicos y un poco menos del 38 por ciento afirmó tener la seguridad de poder incorporar experimentos científicos en sus lecciones. Los profesores en Perú confiaban ligeramente más en su entrenamiento para enseñar ciencias y conducir experimentos en clase: 67,4 por ciento y 61,4 por ciento, respectivamente. También fue preocupante el bajo porcentaje de docentes que estaban interesados en enseñar ciencias: menos del 40 por ciento en ambos países.

A la luz de estas brechas de actitud y de conocimiento, realizar el cambio hacia modelos de enseñanza de matemáticas y ciencias que fomentaran el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y solución de problemas sacó a los profesores de sus zonas de confort. Por lo tanto, para apoyarlos se incluyó en los programas un apartado de desarrollo profesional riguroso. La literatura indica que un desarrollo profesional efectivo debe:

- Estar guiado por estándares de aprendizaje.
- Aportar conocimientos pedagógicos y de contenido.
- Transferir el conocimiento en prácticas dentro del salón de clase.
- Reflejarse en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En los ocho programas discutidos en este capítulo, se utilizaron las siguientes estrategias de desarrollo profesional para ayudar a los docentes beneficiarios a fortalecer sus habilidades en estas áreas (cuadro 3.2):

- Desarrollo profesional integrado en el trabajo. El enfoque general consistía en enseñar los conceptos matemáticos a los profesores de la misma forma en que ellos debían transmitirlos a

sus estudiantes – por ejemplo, a través de la exploración o el uso de actividades prácticas que variaban considerablemente en función a los conceptos que estaban siendo enseñados y los niveles de los estudiantes. Debido a que muchos profesores tenían brechas importantes, hubo que combinar la enseñanza del contenido y de la pedagogía en sesiones de entrenamiento. Esto fue realizado por medio de un enfoque que llamamos aprendizaje profesional “justo a tiempo”, en el que los profesores aprenden al realizar las mismas actividades prácticas, centradas en el estudiante, que deberán replicar después con sus estudiantes. Poco tiempo antes de que los profesores tuvieran que conducir las lecciones en sus aulas, participaban como estudiantes en esas mismas lecciones. Esto les permitía aprender contenidos nuevos y enfoques pedagógicos prácticos al mismo tiempo – y experimentar por sí mismos la alegría que trae el pensamiento crítico. En todos los programas, este entrenamiento se diseñó para los profesores de tiempo completo.

- Tutorías directas y dentro del salón de clases. El entrenamiento, las tutorías y las mentorías estuvieron entre las piedras angulares de los ocho programas. Aunque se utilizaron diferentes términos, la asistencia que ofrecían los mentores era similar, incluyendo la planificación de las lecciones en grupo o de forma individual, la observación en el aula, el modelaje ocasional de las lecciones, los consejos y lineamientos (incluso durante las clases) y las revisiones posteriores. Esto es consistente con la literatura, pues en ella se expresa que las reformas pedagógicas

pueden ser difíciles de traducir al ambiente de aprendizaje real de los salones de clase (Elmore, Peterson, y McCarthy 1996) a menos de que los profesores participen en actividades de desarrollo profesional integradas a sus trabajos y con apoyo de tutores, mentores o entrenadores (Garet y otros 2001). Junto a sus mentores y tutores, se les pidió a los profesores que reflexionaran sobre sus experiencias con los nuevos enfoques de aprendizaje y que interactuaran con los tutores para dar respuesta a cualquier situación que se pudiera presentar. Por ejemplo, en matemáticas los profesores asistieron a talleres que versaron sobre temas que incluían la ansiedad hacia las matemáticas, el sentido numérico, las operaciones, el aprendizaje centrado en los estudiantes, la geometría, la medición, la solución de problemas, el análisis de datos y las comunicaciones. En ciencias, el componente del acompañamiento de un tutor en el programa de Ciencias y Ambiente I no se dio dentro del salón de clases y por lo tanto no funcionó correctamente; fue muy difícil convencer a los docentes de las áreas rurales para que participaran debido a restricciones de tiempo y a otros temas que demandaban su atención. Por el contrario, en el programa Ciencias y Ambiente II, las tutorías eran ofrecidas dentro del aula de clase, lo que resultó en una forma mucho más efectiva de asegurarse de que los profesores se beneficiaran del mismo.

- Estudio de las lecciones y grupos de estudio de los profesores. En todos los programas se realizaron sesiones de grupos pequeños en las que los profesores se reunían con el facilitador

Cuadro 3.2. Estrategias de desarrollo profesional



para revisar la planificación de las lecciones, discutir los retos y éxitos y ponerse de acuerdo en relación a cualquier cambio que fuese necesario implementar. Los docentes también tuvieron la oportunidad de trabajar con otros colegas para resolver las dificultades que se les presentaban tanto en el entrenamiento como en las clases, y para compartir experiencias positivas en las aulas. Con frecuencia, uno o dos docentes iban un par de unidades adelantados, lo que permitía a los demás ajustar sus lecciones en función a las experiencias de sus colegas. Los docentes implementaron las lecciones mientras eran observados por sus pares y después reflexionaron juntos sobre sus experiencias, normalmente con la asistencia de un tutor o mentor que les permitiera conectar la pedagogía con las prácticas reales en las aulas. La asistencia a estas reuniones fue generalmente alta y los profesores reportaron sacar provecho de las mismas. Las evaluaciones cualitativas revelaron que el estudio de las lecciones ayudó a los profesores a estar más conscientes de cómo piensan los estudiantes y cómo deben llamar su atención para lograr que se involucren con el pensamiento matemático más profundo. Uno de los profesores explicó: “El estudio de la lección me ayuda a pensar, junto a otros profesores, qué está funcionando correctamente en las clases y qué conceptos fueron más difíciles para los estudiantes, esto me permitió hacer ajustes sobre cómo enseñar un concepto particular con el que los estudiantes pudieran estar teniendo algún problema”.

Aunque las estrategias de desarrollo profesional descritas más arriba son

componentes de los ocho programas, cada una se ajustó al contexto local, incluyendo adicionalmente actividades distintas. En los siguientes párrafos, resaltamos algunos de los elementos particularmente interesantes.

Los profesores del programa Tikichuela en Paraguay se sentían menos preparados para la enseñanza en matemáticas que los de otras áreas del piloto. Antes de que el programa comenzara, aproximadamente 94 por ciento de los encuestados opinaba que tenían dificultades estructurando sus lecciones de matemáticas y 90 por ciento reportaba que no podían enseñar todos los temas que cubre el currículo matemático de preescolar. Algunos profesores incluso admitían que enseñaban matemáticas menos días por semana de lo que estipulaba el currículo.

En respuesta a esto, el Ministerio de Educación abandonó la enseñanza individualizada en matemáticas, que requiere fuertes habilidades pedagógicas. En lugar de eso, se diseñó el programa Tikichuela como una guía paso a paso de cada lección para orientar a los profesores de forma auditiva. En las lecciones se enseñaba cómo explorar y presentar interactivamente los conceptos de matemáticas a sus estudiantes. Normalmente, estas lecciones comenzaban describiendo a los profesores los materiales que necesitarían para llevar a cabo cada clase. Por ejemplo, “Profesor, en esta lección necesitaremos tarjetas con números, marcadores y cuerdas. Por favor, tómate un momento para asegurarte de que tienes los materiales que se requieren”. Una vez que la lección comenzaba, los niños participaban en obras de teatro, canciones, bailes y ejercicios interactivos.

Los programas de audio se aplicaron en todo el currículo preescolar de matemáticas de Paraguay y se popularizaron rápidamente entre los profesores y los estudiantes. Entrevistas cualitativas realizadas a los profesores develaron que las lecciones en audio, combinadas con tutorías personalizadas y en clase, los ayudaban a cubrir una mayor parte del currículo de matemáticas de preescolar de Paraguay y

los hacían sentirse más seguros en relación a lo que estaban enseñando. Por ejemplo, durante un estudio para una lección reciente, uno de los profesores explicó “este programa nos ayuda a solucionar dos debilidades de nuestro sistema educativo de matemáticas: la ausencia de planificación de las lecciones individuales de matemáticas y la secuencia para el desarrollo de diferentes habilidades matemáticas”.

Bien sea que los profesores reciban apoyo a través de entrenamiento justo a tiempo, tutorías dentro del salón de clase o lecciones de audio, estos programas los han ayudado a desarrollar su conocimiento del contenido y sus habilidades pedagógicas. Los ministerios de educación que han promovido estas iniciativas consideran que hay demasiado en riesgo como para enfocarse exclusivamente en los entrenamientos tradicionales de los profesores, con la esperanza de que tal vez en algún momento esas habilidades lleguen a los estudiantes. Sus países no pueden permitirse que más niños pasen a través de los sistemas educativos sin adquirir habilidades matemáticas sólidas; por lo tanto, los enfoques descritos más arriba tienen el doble objetivo de fortalecer las habilidades de los profesores, lo que tomará algo de tiempo, mientras se mejora la calidad de la enseñanza para los estudiantes.

El programa de Matemáticas Visibles y Tangibles de Belice se diferenció porque ofrecía a los profesores acceso a aprendizajes en una página web que complementaba sus entrenamientos presenciales y las visitas de mentores a las aulas. Este espacio conocido como Moodle (Ambiente de Aprendizaje Dinámico, Orientado a Objetivos y Modular, Moodle por sus siglas en inglés) se utilizó para fomentar las discusiones, almacenar las notas de clase, las tareas, mejorar la comunicación entre los profesores y realizar pruebas. Aunque esto no formaba parte del diseño de entrenamiento general y la mayoría de los profesores no contaba con una computadora propia para trabajar en casa o en el trabajo, la plataforma Moodle terminó siendo un éxito. Había incentivos

para que los profesores obtuvieran el certificado de entrenamiento y la gran mayoría de ellos ingresó al Moodle con frecuencia a través de sus teléfonos inteligentes, las computadoras de la escuela, cafés con Internet o computadoras de sus amigos o familiares.

En Belice, la Universidad Mount Saint Vincent ayudó a implementar el programa de entrenamiento para los profesores Matemáticas Visibles y Tangibles. La universidad emitió un certificado de enseñanza de matemáticas primarias que se fundamentaba en los logros en el contenido central y en las habilidades pedagógicas. Aunque no pudimos evaluar los efectos específicos del certificado, nuestra evaluación cualitativa sugirió que el mismo aumentaba el compromiso de los docentes al proceso de enseñanza en términos de su

asistencia al programa y el conocimiento que adquirirían de los nuevos contenidos y enfoques.

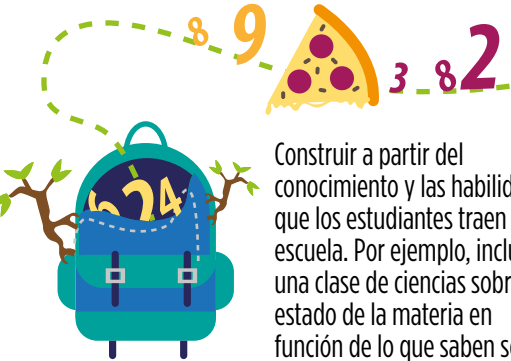
En los programas de ciencias hubo variaciones importantes en la cantidad total de horas de desarrollo profesional que los docentes recibieron. Durante el programa Ciencias y Ambiente I, una gran proporción de los profesores de las áreas rurales no participaron en los eventos de entrenamiento debido a restricciones de tiempo y falta de interés. Como resultado, los docentes en las áreas rurales recibieron en total un promedio de 20 horas de desarrollo profesional, mientras que los de las áreas urbanas recibieron hasta 60 horas. En respuesta a esto, el programa de Ciencias y Ambiente II ofreció eventos de entrenamiento en horarios más flexibles. Adicionalmente, y probablemente con más relevancia, las sesiones estuvieron precedidas por esfuerzos más intensos

de sensibilizar a los profesores acerca de la importancia de los nuevos enfoques. Estos esfuerzos fueron recompensados y la participación de los eventos de entrenamiento en las áreas rurales terminó igualando a la de las áreas urbanas.

Fondos de conocimientos

Los estudiantes llegan a la escuela con experiencias y creencias que influyen la forma en que entienden el mundo que les rodea. Como se describe en el capítulo 2, estas experiencias pueden ser utilizadas como bloques de construcción para el aprendizaje de matemáticas y ciencias. Cuando los profesores están familiarizados con el conocimiento que los estudiantes

Cuadro 3.3. Utilizando los fondos de conocimientos de los niños



Construir a partir del conocimiento y las habilidades que los estudiantes traen a la escuela. Por ejemplo, incluye una clase de ciencias sobre el estado de la materia en función de lo que saben sobre las comidas locales.

Asegúrate de que los estudiantes tengan acceso a las estrategias pedagógicas que se les ofrecen. Imparte una instrucción bilingüe cuando sea necesario.



aportan a las aulas, pueden incorporarlo a las lecciones para asegurarse de que las mismas sean relevantes y comprensibles (cuadro 3.3). No obstante, antes de poder hacer esto, deben evaluar el conocimiento cognitivo de matemáticas de los estudiantes así como su conocimiento contextual, sus actitudes y sus creencias. Esta evaluación inicial, que puede llevarse a cabo formal o informalmente a través de conversaciones con los estudiantes y sus cuidadores, ofrece los elementos necesarios para que los profesores desarrollen planificaciones de clases y actividades matemáticas que se fundamenten en los distintos contextos en los que las matemáticas están presentes naturalmente en las rutinas de sus alumnos. Al partir del propio conocimiento de los niños, las matemáticas se hacen menos intimidantes y más significativas.

Los profesores en estos ocho programas son alentados a partir del conocimiento previo de los estudiantes para hacer el aprendizaje más contextual y ayudar a los mismos a relacionar sus experiencias reales con conceptos matemáticos y científicos que de otra forma serían demasiado abstractos. Aparentemente los docentes comprendieron este concepto con precisión y lograron integrar al menos algunos aspectos de los fondos de conocimientos

de los niños en sus planificaciones. Por ejemplo, en un esfuerzo de vincular las investigaciones a las vidas cotidianas de los niños, muchos profesores los ayudaron a desarrollar sus propias preguntas de investigación dentro de cada materia. Algunas muestras de las preguntas que se generaron en las aulas de Perú incluían: “¿Por qué el césped se siente húmedo en las mañanas?”, “¿por qué Lima está siempre cubierta de niebla?”, y “¿qué es el hipo y por qué nos da?”. En Belice, por ejemplo, los profesores de una escuela primaria colaboraron en el desarrollo de una serie de planes de lecciones que buscaban superar las dificultades que tenían los estudiantes con los números decimales, partiendo de sus conocimientos previos de las tasas de intercambio entre los dólares de Belice y los pesos mexicanos. Otros profesores en Belice y en Argentina llevaron a cabo lecciones similares inspiradas en los conocimientos de sus estudiantes de los decimales en las estadísticas deportivas. Por otro lado, algunos profesores consideraron que trabajar con los fondos de conocimiento de sus estudiantes era más retador. Como lo explicó uno de los profesores que participó en el programa de Matemáticas Visibles y Tangibles: “Es mucho más eficiente presentar a los niños sencillamente los

datos que necesitan, no perder el tiempo evaluando los conocimientos y creencias previas de los estudiantes”.

Los programas de ciencias buscaron estimular el aprendizaje sobre la cultura científica de las comunidades de los estudiantes. Por ejemplo, en Perú, como parte de la materia que exploraba el mundo físico, los estudiantes investigaron cuáles máquinas simples se habían utilizado en sus comunidades en el pasado y cuáles se continuaban utilizaban ahora. Haciendo uso de sus juegos de Lego para las ciencias, construyeron modelos de palancas, rampas, molinos de viento, ruedas y poleas.

El lenguaje que los niños hablan en sus casas es una parte importante de sus antecedentes educativos. Tanto en Paraguay como en Perú, los ministerios de educación querían implementar modelos de educación bilingües (Tikichuela y Mimate son bilingües) en áreas en las que había una elevada proporción de estudiantes bilingües o que no hablaban español. En Perú, los materiales del programa Mimate se desarrollaron en español, pero los

profesores fueron entrenados para impartir las enseñanzas individualizadas en español o en quechua, dependiendo del lenguaje de los estudiantes.

En Paraguay, nos entregaron los datos administrativos de los salones de clase que hablaban español o guaraní, por lo que inicialmente se desarrollaron lecciones en audio en cada uno de los idiomas. Sin embargo, cuando realizamos pruebas sobre las primeras 10 lecciones de audio, se hizo evidente que no había ningún salón de clase en el departamento de Cordillera en el que se hablara únicamente español o únicamente guaraní. Sin importar qué versión de lenguaje se utilizaba, un grupo de estudiantes presentaba dificultades para seguir el contenido y tenían que permanecer viendo a sus pares cantando, bailando y riéndose. Entonces incorporamos al equipo a un experto bilingüe para desarrollar cintas de audio mixtas que repitieran todas las instrucciones y los conceptos clave en ambos idiomas. La experiencia de probar las lecciones revisadas fue realmente exasperante. Por ejemplo, nos preguntábamos si todos los estudiantes serían capaces de seguir las lecciones o si se aburrirían al escuchar largas partes de las lecciones en dos idiomas. Para nuestro alivio, la validación salió bien. Los estudiantes siguieron las lecciones y estaban conectados con las mismas, y el Ministerio de Educación decidió utilizar las lecciones de audio mixtas a través de todo el programa piloto.

Instrucción personalizada a través del andamiaje individual

Como fue explicado en el capítulo 2, los estudiantes tienen un nivel de desafío óptimo, conocido como la zona de desarrollo próximo, en el que el aprendizaje no es ni muy fácil ni muy difícil. Al ofrecer la enseñanza a los estudiantes dentro de este nivel, por medio de un proceso conocido como el andamiaje individual, los docentes pueden guiarlos a través de las actividades hasta que ellos puedan dominarlas

exitosamente por sí mismos. Para incorporar esta práctica en los ocho programas, los entrenadores se enfocaron en las siguientes ideas:

Todos los estudiantes pueden aprender matemáticas y ciencias y este aprendizaje ocurre a un ritmo diferente y de forma diferente por cada estudiante diferente. Este fue un concepto revolucionario para muchos docentes que tenían bajas expectativas en relación a la capacidad de los estudiantes de aprender ciencias. Por ejemplo, cuando se comenzó a llevar a cabo el programa en Argentina, menos del 56 por ciento de los profesores creían que los estudiantes tenían la capacidad de aprender el contenido de ciencias, sólo el 5 por ciento tenían una opinión positiva del interés de los estudiantes en las ciencias, 75 por ciento pensaban que sus estudiantes no contaban con habilidades analíticas y 57 por ciento declararon que sus estudiantes no contaban con habilidades de pensamiento independiente. Aunque este tipo de percepciones representó un reto en la implementación de los programas, aparentemente estas actitudes cambiaron durante el año escolar. Particularmente en relación al interés percibido de los estudiantes en matemáticas y ciencias, los docentes se sentían entusiasmados al ver que los nuevos enfoques atraían el interés de sus estudiantes. Hemos escuchado una cantidad innumerable de historias de estudiantes que no se querían perder el día de la clase de ciencias. Durante la implementación de Ciencias y Ambiente II, como un esfuerzo para potenciar la asistencia escolar, muchos profesores rotaban el día en que se impartía la materia para que los alumnos no supieran qué día les tocaba.

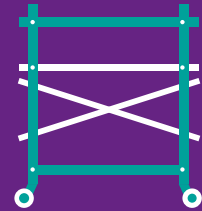
El andamiaje individual puede ayudar a los profesores a responder a necesidades individuales de aprendizaje. Uno de los retos más importantes de la enseñanza es trabajar con los niveles de habilidad de los estudiantes, que varían ampliamente, dentro del salón de clase. Por ejemplo, en una clase de matemáticas preescolar, algunos estudiantes pueden tener dificultades para dominar la correspondencia uno a

uno o incluso para decir los números en la secuencia correcta; mientras que otros podrían ser capaces hasta de resolver problemas que involucren pequeñas cantidades. En este contexto, es difícil para los profesores diseñar las lecciones de forma que no desalienten a algunos estudiantes o aburran a otros. El andamiaje individual puede utilizarse para ofrecer enseñanza a niños con niveles diferentes de habilidad (Alibali 2006). A través de esta técnica, los profesores pueden ofrecer apoyo temporal para cada concepto hasta que los estudiantes lo comprendan de forma independiente. En matemáticas, el andamiaje individual es particularmente importante: como las ideas matemáticas son acumulativas, es crucial solidificar un concepto antes de pasar al siguiente.

Cuadro 3.4. Estrategias para individualizar la enseñanza



Separa los conceptos en partes más pequeñas y manejables que puedan solidificarse antes de pasar a la comprensión general del concepto.



Guía a los estudiantes en su investigación, ofreciéndoles un apoyo temporal para cada concepto hasta que puedan entenderlos independientemente.



Conceptos más complejos pueden requerir una serie de herramientas para el andamiaje individual, incluyendo fotos, gráficos e historias para hacer que los niños se familiaricen con los materiales abstractos y gestos visuales (Alibali 2006). Adicionalmente, los libros de texto que sean suficientemente desafiantes pueden ofrecer a los estudiantes los andamios que necesitan para hacer que el aprendizaje tenga un sentido importante. Por ejemplo, en el programa PAC se alentó a los profesores a identificar textos científicos de diferentes niveles de complejidad sobre el mismo tema, esto les permite a los estudiantes explorar el contenido por sí mismos, a su propio nivel de lectura. Si un texto es demasiado sofisticado, algunos estudiantes sentirán que se están quedando atrás; si es demasiado fácil, tenderán a aburrirse.

Los docentes deben evaluar las necesidades de los estudiantes y fundamentar su enseñanza en ellas. La enseñanza por medio del uso del andamiaje individual requiere que el profesor conozca

tres cosas: el nivel de habilidad actual de un estudiante, el objetivo de la lección y la mejor forma en la que el estudiante puede alcanzar esa meta. Esto puede lograrse utilizando diferentes estrategias de enseñanza para impartir conceptos clave. En nuestros programas, algunos estudiantes necesitaron únicamente una orientación mínima para formular y poner a prueba sus hipótesis y comunicar sus descubrimientos; sin embargo, la mayoría de los estudiantes necesitaban que los profesores dividieran cada actividad en partes manejables para poder lograr dominarlas durante varias lecciones (cuadro 3.4). Muchos estudiantes, si no la mayoría, necesitaban que sus profesores los guiaran en cada paso, haciéndoles preguntas que favorecieran sus pensamientos explícitos. Con el apoyo de sus entrenadores, muchos profesores adquirieron diversas habilidades para llevar a cabo el proceso de andamiaje individual, pero se requiere mucho más de un año académico para que la mayoría de los profesores tengan el nivel de competencias necesario.

Debido a que las lecciones requieren que los estudiantes comuniquen sus pensamientos e ideas a otros estudiantes, los profesores obtuvieron información valiosa sobre la comprensión de los estudiantes y pudieron monitorear el progreso en los diferentes conceptos matemáticos. Los entrenadores en los salones de clase alentaron a los profesores a que estuvieran atentos de las señales de los niños en relación a su aprendizaje de matemáticas, ayudándolos a conectar y a construir sus conocimientos.

Comprender el nivel de cada alumno y sus conocimientos de los materiales no es tan sencillo en salones de clase en los que cada profesor tiene que atender hasta a 30 niños. Por lo tanto, además de documentar los pensamientos de cada alumno cuando se hacen evidentes durante alguna lección, se alentó a los docentes a que utilizaran instrumentos de evaluación formativa. Muchas pruebas computarizadas pueden ofrecer a los profesores la retroalimentación inmediata del progreso de sus estudiantes y con ello la posibilidad de diseñar planes

de aprendizaje individualizados, pero estas pruebas suelen ser costosas, requieren electricidad y pueden intimidar a los profesores que tengan habilidades limitadas en computación.

Debido a que los ministerios de educación estaban interesados en instrumentos de evaluación formativa de bajos costos, se desarrollaron herramientas sencillas para los diferentes programas. En el programa Mimate, los profesores sacaban del aula a uno o dos estudiantes en cada lección para realizar una evaluación formativa de cinco minutos utilizando tarjetas (gráfico 3.2). Las respuestas les indicaban a los profesores exactamente qué habilidades tenían que practicar los estudiantes y de esta manera ellos podían dirigir posteriormente las actividades correspondientes.

Los estudiantes avanzaron con los retos numéricos que progresaban gradualmente desde una comprensión muy básica hasta una más avanzada. Además de aumentar la dificultad, cada tarea prepara a los estudiantes para enfrentarse a la siguiente.

Por ejemplo, los alumnos primero escriben los números como puntos (de esta forma: •••) lo que los prepara para la escritura simbólica. Al final del currículo del programa de preescolar Mimate, a los estudiantes se les pidió que manipularan los números simbólicos e identificaran los patrones numéricos en su vida diaria.

El mismo tipo de enfoque de andamiaje individual se utilizó en los programas de la escuela primaria, en los que los profesores separaron los conceptos en diferentes partes y después les ofrecieron apoyo a los estudiantes para que pudieran dominar cada una de estas. Conforme los estudiantes comenzaron a dominar los conceptos, el apoyo fue gradualmente retirado y se introdujeron nuevos retos. Para aprender a realizar divisiones con decimales, los niños de cuarto grado de Belice utilizaron "bloques de 10" en sus ejercicios de visualización - por ejemplo, 1,4 consistía en 5 grupos de 0,2 más 2 grupos de 0,2, o 7 grupos de 0,2 (gráfico 3.3). Los profesores ayudaron a los estudiantes a descubrir que $1,4 \div 0,2 = 7$. A los alumnos que no fueron

capaces de comprender la descomposición del número decimal se les ofrecieron explicaciones y enseñanzas adicionales, individualmente o en grupos, antes de pasar al siguiente concepto de la división. Las evaluaciones cualitativas sugieren que el uso del andamiaje individual disminuye la frustración y los sentimientos negativos en relación a las matemáticas, debido a que los estudiantes no sienten que deben dominar inmediatamente conceptos que están sustancialmente por encima de su nivel de habilidades.

La intención original era utilizar el andamiaje individual en los cuatro programas; sin embargo, resultó evidente que la brecha de habilidades de los profesores de preescolar de la provincia de Cordillera en Paraguay era demasiado amplia como para poder implementar un enfoque de andamios. En parte, estas brechas pueden ser el resultado de niveles muy bajos de entrenamiento formal de los profesores. Sólo el 20 por ciento de los profesores de Tikichuela tienen un nivel universitario de educación, en comparación

Gráfico 3.2. Uso del andamiaje individual en el programa Mimate, tarjetas separadas para la evaluación formativa

Enseñar la tarjeta y preguntar:
¿Qué forma vez?

Respuesta:
Un cuadrado

Tiempo:
Espera cinco segundos. Si no hay respuesta, di: "Perfecto vamos a continuar".

Gráfico 3.3. Utilizando el andamiaje individual para comprender la división con decimales

Problema $1,4 \div 0,2 = X$

Paso 1

¿Cuántos 0,2 hay en 1,4?

5 grupos de 0,2 + 2 grupos de 0,2 = 7 grupos de 0,2

Paso 2

$1,4 \div 0,2 = 7$

con un 50 por ciento de los profesores del programa Mimate en Perú. De hecho, 1 de cada 10 profesores de Tikichuela únicamente habían completado la educación secundaria, en comparación con 1 de cada 100 para el caso de Mimate.

Materiales tangibles para las matemáticas y las ciencias

En la discusión sobre la enseñanza basada en la ubicación y los fondos de conocimiento (capítulo 2), aprendimos que los niños se interesan con más facilidad en las ciencias cuando se les permite aprender a través de experiencias tangibles (cuadro 3.5). Las escuelas en nuestros ocho programas estaban ubicadas en comunidades de bajos ingresos y tenían un acceso muy limitado a los materiales y equipos didácticos. En Argentina, de

cuatro a seis estudiantes compartían cada libro de texto y hasta dos tercios de los directores reveló que los libros de texto de ciencias eran obsoletos. Una cantidad alarmantemente baja de profesores afirmó que tenía los recursos necesarios para enseñar ciencias: menos del 32 por ciento en Argentina y aproximadamente 40 por ciento en Perú.

Efectivamente, la ausencia de materiales o el acceso únicamente a materiales inadecuados son obstáculos para una enseñanza de calidad en matemáticas y ciencias. Por lo tanto, los ocho programas dotaron a las escuelas con materiales tangibles adicionales - no obstante, los materiales que se utilizaron en los ocho programas eran diferentes. En uno de los extremos del espectro, las escuelas que participaron en el programa PAC recibieron juegos de ciencias muy simples que incluían, por ejemplo, tijeras, balanzas, cronómetros, lupas y termómetros. Estos materiales se

complementaban con recursos que eran donados a las escuelas por las comunidades y las familias, tales como cables, bombillas, huesos, revistas y vinagre. En contraste, el programa CTC ofreció materiales educativos de ciencias mucho más sofisticados. Cada aula del programa CTC estaba equipada con contenedores de almacenamiento que incluían compartimientos separados para todos los materiales que se requerían en cada lección, como modelos de huesos, tazas de diferentes tamaños y juegos de electricidad. Para una serie de lecciones sobre el esqueleto, los estudiantes del programa CTC utilizaron modelos comerciales sofisticados que imitaban los huesos humanos. Por otro lado, los estudiantes del programa PAC diseccionaron huesos que habían sido donados por un carnicero local o que habían sido comprados por sus profesores.

Entre estos dos extremos, los salones de clase del programa de Ciencias y Ambiente

estaban equipados con juegos comerciales simples de ciencias. Pero el uso real de los juegos en Ciencias y Ambiente I fue limitado, debido a que llegaron muy tarde para el momento en que se tocaron los temas del cuerpo humano y los seres vivos y el ambiente. Sin embargo, el juego de materiales que estaban destinados al mundo físico, que incluía piezas de Lego, llegó a tiempo. Los Legos estaban diseñados para desarrollar la comprensión de los estudiantes sobre la energía, la fuerza, el movimiento y los principios de las ciencias físicas; ellos los utilizaron para construir máquinas sencillas, incluyendo engranajes, palancas, poleas, ruedas y ejes.

En matemáticas, algunos investigadores han señalado que los materiales tangibles para las matemáticas - también conocidos como materiales manipulables - pueden distraer a los estudiantes, particularmente si la orientación por parte de los profesores es limitada (Marley y Carbonneau 2014;

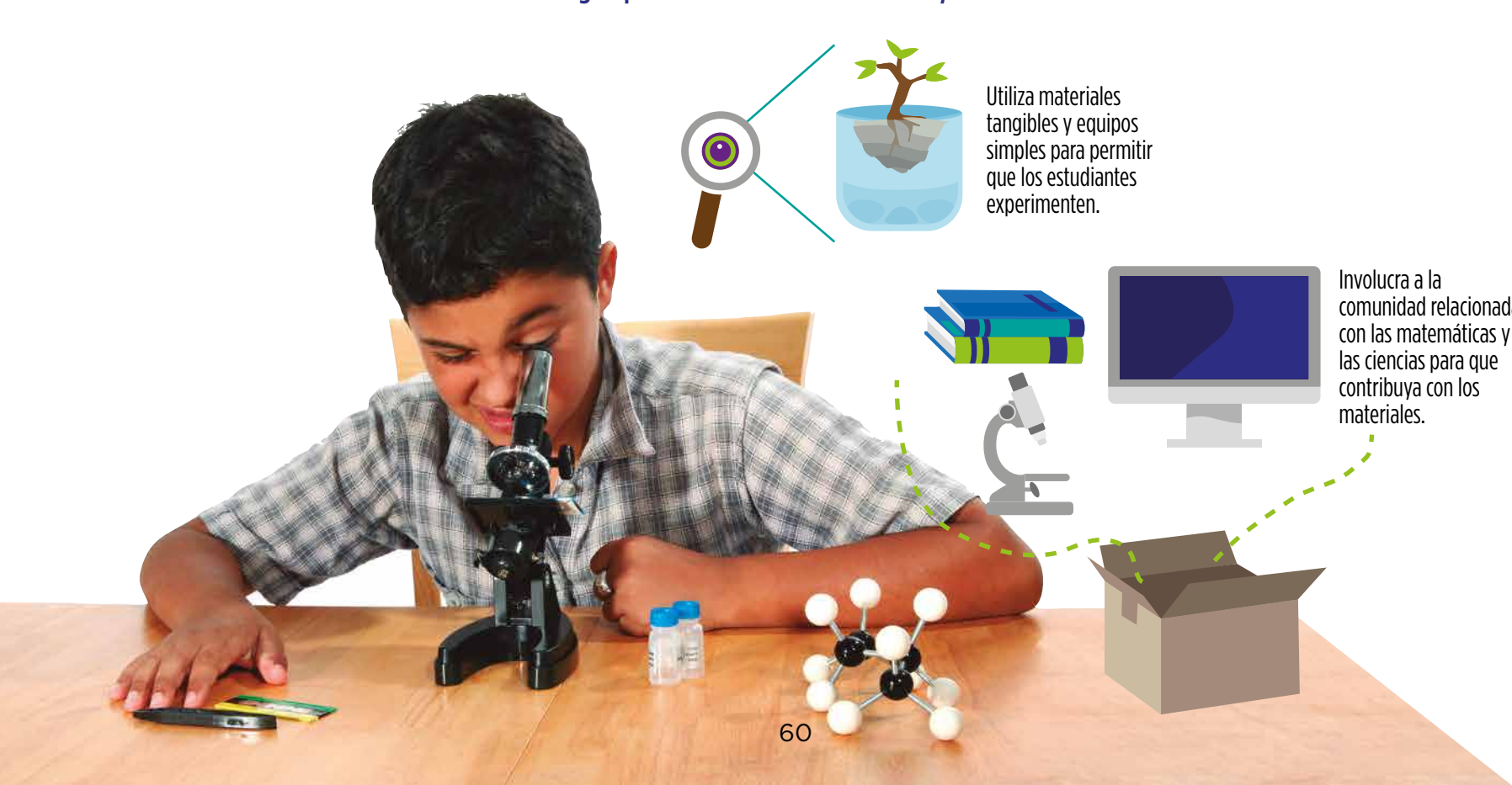
McNeil y Jarvin 2007; McNeil y otros 2009). Sin embargo, al revisar de forma más amplia la literatura sobre el uso de objetos manipulables en matemáticas se puede concluir que estos materiales ayudan a los estudiantes a visualizar las relaciones y potenciar su comprensión y retención. En un meta análisis llevado a cabo recientemente por Carbonneau, Marley, y Selig (2013), de 54 estudios empíricos relacionados a materiales tangibles para la enseñanza de matemáticas se encontró que los manipulables tenían un efecto positivo en el aprendizaje en 31 estudios. En 17 estudios no se observó ningún efecto y en 6 estudios los manipulables tuvieron un efecto negativo sobre el aprendizaje. En promedio, el uso de los materiales tangibles en las matemáticas presentó una desviación estándar de 0,37.

Particularmente en matemáticas, algunos profesores se sentían renuentes a su uso. Fundamentalmente por dos razones, el miedo a que los estudiantes se distrajeran

jugando o a que no fueran capaces de aprender las representaciones abstractas de las matemáticas tradicionales. Sin embargo, la mayoría de los profesores superaron estos obstáculos iniciales después de haber conducido algunas lecciones junto a un tutor dentro del aula.

La complejidad de los manipulables debe aumentar conforme aumenta la comprensión matemática de los estudiantes (Seefeldt y Wasik 2006). Los objetos manipulables de los programas de preescolar incluían elementos para contar, cuerdas, figuras geométricas sólidas, cuentas, bloques, números de madera y diversos tipos de dados. Los objetos se presentaron y se pusieron a disposición de los estudiantes en una esquina del salón de clase a lo largo de todo el semestre, de forma que los niños pudieran practicar estas habilidades incluso después de que las clases terminaran.

Cuadro 3.5. Estrategias para visualizar las matemáticas y las ciencias



En Argentina, el programa de Matemáticas para Todos se enfocó, durante la primaria, en la tendencia natural de los niños a jugar, atando de esta forma los contenidos educativos a las reglas de los juegos, como las loterías, bingos, juegos de carros, cuadrículas de adición y multiplicación y dinero para contar. En Belice, una serie de objetos tangibles se utilizó para ayudar a los estudiantes a visualizar las matemáticas, incluyendo los grupos de bloques de diez, tableros geográficos, líneas de números, barras de tamaño (Cuisenaire rods) y figuras geométricas. Todos los materiales utilizados tenían bajos costos para poder asegurar la

escalabilidad del programa y los mentores ayudaron a los docentes a crear objetos como bloques de diez y tarjetas con cientos para asegurarse de que estos artículos pudieran ser reemplazados.

Aunque no pudimos evaluar los efectos específicos de los manipulables, las entrevistas a los profesores y las observaciones realizadas en clase sugieren que los materiales tangibles ayudaron a los estudiantes a ser colaborativos con sus pares, verbalizar las ideas para ellos mismos o para los demás, buscar soluciones alternativas a los problemas matemáticos y conectar los símbolos matemáticos a los conceptos subyacentes.

Las matemáticas y las ciencias como una tarea social

Existe un proverbio ampliamente conocido que dice que se requiere una aldea para criar a un niño. Esta idea también aplica para la educación y definitivamente para la educación en matemáticas y ciencias. Los ocho programas descritos en este capítulo no fueron implementados por profesores individuales en un vacío; por el contrario, todos tenían enfoques escolares amplios que involucraban a los directores, administradores escolares y profesores.

Los administradores en los seis programas de educación primaria participaron en el desarrollo de planes de acción para la escuela y para las aulas de cada grupo de estudiantes, y a los profesores se les entrenó para desarrollar y seguir objetivos de enseñanza más claros.

Los ocho programas partían de la premisa de que para el aumento de la motivación de los profesores y los estudiantes se requiere un enfoque escolar más amplio (Maehr y Midgley 1991) (cuadro 3.6). En la educación temprana en matemáticas y ciencias, este enfoque trasciende a los profesores y líderes escolares y se extiende principalmente al universo de los padres. Sin embargo, desde el inicio se sabía que esto sería un reto. En Perú, solamente la mitad de los docentes entrevistados pensaban que las familias de los estudiantes prestaban apoyo al trabajo que realizaban sus hijos en la escuela. En Argentina la situación parecía ser aún peor, 63 por ciento de los profesores tenían una opinión negativa de la participación de los padres en la educación en ciencias de los niños. No obstante, aunque no tuvieron éxito en la tarea de hacer que todos los padres participaran, los eventos científicos escolares en los que se presentaban los trabajos de los niños siempre contaron con una buena asistencia. Adicionalmente, los programas PAC y Ciencias y Ambiente I y II lograron involucrar a los padres pidiéndoles que contribuyeran con los materiales. Los negocios locales también colaboraron con materiales y equipos para estos programas, tales como herramientas de jardinería, tierra, cables, platos y bombillas eléctricas. En los programas llevados a cabo en Argentina, muchas escuelas buscaron involucrar y hacer alianzas con las comunidades científicas locales – por ejemplo, haciendo que científicos activos visitaran la escuela.

La comunicación de las ideas matemáticas y científicas es esencial para el aprendizaje. Como ha sido presentado en el capítulo 2, cuando los niños son capaces de verbalizar sus estrategias para la solución de problemas, clarifican sus propios pensamientos y los pasos para llegar a la solución. Las discusiones con

los profesores y con sus pares también son saludables, siempre y cuando ofrezcan oportunidades para que los niños expliquen la razón por la que no están de acuerdo con algo. Pero para que estos temas se conviertan en una realidad, el ambiente de aprendizaje debe ser un lugar seguro en el que los errores se traten como oportunidades que alienten a los estudiantes a perseverar. Los profesores de nuestros ocho programas tuvieron frecuentemente problemas para crear este tipo de ambientes, ya que estaban acostumbrados a premiar las respuestas “correctas” en lugar de los procesos de pensamiento de los niños. Sin embargo, en la mayoría de las aulas de clase, un cambio comenzó a tener lugar y los estudiantes tuvieron cada vez más oportunidades para presentar sus pensamientos y explorar las conexiones existentes entre las ideas.

Las matemáticas y las ciencias se aprenden en la escuela, en la casa, en los mercados y en los parques. Por ejemplo, cuando los padres hacen frecuentemente preguntas numéricas a sus hijos, les ofrecen a los niños la oportunidad de explorar los números, así como también las formas y las magnitudes. Este tipo de interacciones matemáticas informales refuerzan las habilidades de los niños en el contexto de su educación escolar. Por esta razón, los administradores de los programas para las matemáticas que están descritos en este capítulo buscaron generar alianzas con los padres. En los dos programas llevados a cabo en preescolar, se alentó a los padres a que practicaran diariamente las matemáticas con sus hijos – por ejemplo, haciendo juegos numéricos, contando el número de artículos que se han comprado en una tienda, señalando objetos con formas diferentes, separando la ropa que se va a limpiar por colores y leyendo un calendario. Aunque a veces los padres

realizan este tipo de actividades con sus hijos de forma intuitiva, muchos han admitido que no habían tenido este tipo de interacciones con sus hijos antes. Como lo explicó la madre de uno de los estudiantes del programa Tikichuela: “Ahora contamos todo. Nunca habíamos hecho eso antes”.

En el capítulo 2 se resalta la importancia de la interacción entre compañeros como una parte esencial del aprendizaje de ciencias. Para promover esto, los ocho programas fueron diseñados para incluir el trabajo en pequeños grupos como un componente central. Por ejemplo, cuando los programas de ciencias fueron lanzados, más del 90 por ciento de los profesores en ambos países preferían realizar las actividades en grandes grupos o con la clase completa en lugar de pedir a los estudiantes que llevaran a cabo experimentos prácticos en grupos pequeños. Esto fue un elemento realmente preocupante. Los docentes temían perder el control de los salones de clase si los estudiantes se dividían en grupos pequeños y que las lecciones se volvieran ruidosas y poco estructuradas. La idea de reordenar los escritorios para facilitar el trabajo en equipo generó una resistencia particular y algunos profesores se negaron a abandonar el sistema de filas de pupitres. No obstante, después de ofrecer sesiones de entrenamiento extensivas, la gran mayoría de los docentes eventualmente aceptó estructurar sus lecciones alrededor del trabajo en equipo.

Aunque las observaciones sistemáticas dentro del salón de clase no eran parte del programa de Ciencias y Ambiente I, el seguimiento reveló que los niños estaban monopolizando las actividades prácticas mientras que la participación de las niñas se centraba en la observación. Esta diferencia puede haber sido inducida por las percepciones estereotipadas de los docentes en relación al género. Aproximadamente la mitad de los profesores afirmó que los niños prestan menos atención en clases que las niñas y por lo tanto requieren un apoyo más individualizado. En contraste, únicamente 5 por ciento de los profesores consideró que las niñas necesitaron una atención

Cuadro 3.6. Estrategias para hacer de las matemáticas y las ciencias una tarea social



más personalizada. En respuesta a estas percepciones asociadas al género, el componente de desarrollo profesional del programa Ciencias y Ambiente II incluyó una fuerte orientación hacia el tema de “las niñas en las ciencias.”

Midiendo las prácticas de enseñanza y las mejoras en las habilidades en matemáticas y ciencias de los estudiantes

Uno de los retos básicos y fundamentales para la medición del impacto de los nuevos enfoques pedagógicos es que, una vez que han sido implementados, es imposible determinar cuál hubiera sido el resultado si no se hubieran puesto en práctica. Este problema de “contrastar” hace que los investigadores tengan dificultades para determinar el impacto con certeza. Por ejemplo, ¿las calificaciones en matemáticas y ciencias de los estudiantes hubieran permanecido iguales, peores, o incluso mejores a lo largo del tiempo sin la aplicación del programa?, ¿cuál hubiera sido la tendencia natural?

Para intentar dar una respuesta a estas preguntas, llevamos a cabo una prueba de control aleatoria

que nos permitió seleccionar a dos grupos de estudiantes que fueran estadísticamente iguales en promedio. Uno de estos grupos, conocido como el “grupo de tratamiento”, recibió la atención del programa; el otro, el grupo de control, no participó en el mismo. Habiendo tenido un contacto mínimo o sin haber tenido ningún contacto en absoluto, el grupo de control nos ofreció una buena representación de lo que hubiera pasado en ausencia de estos programas de matemáticas y ciencias.

Los pilotos llevados a cabo en Perú y Paraguay contaban con muestras grandes, lo que nos permitió determinar con más certeza que los efectos podían ser atribuidos a los programas (Näslund-Hadley, Parker, y Hernández-Agramonte 2014; Gallego, Näslund-Hadley, y Alfonso 2015). Sin embargo, los tamaños de las muestras en Argentina y Belice eran pequeños; por lo tanto, estos resultados deben ser interpretados con precaución (Hull y otros; Näslund-Hadley y Chemello 2012).⁴

La primera variable de interés en los ocho programas fueron las habilidades y ciencias de los estudiantes, que se midieron de varias formas. Para evaluar los logros de los estudiantes de los programas Mimate y Tikichuela, y para medir una serie de habilidades previas a las habilidades matemáticas, seleccionamos una serie de elementos de la Evaluación en Matemáticas de los Primeros Grados, desarrollada originalmente por el Research Triangle Institute International (RTI 2014) y adaptada posteriormente al preescolar (cuadro 3.7).

Los estudiantes de primaria de Argentina y Belice participaron en evaluaciones de aprendizaje desarrolladas y validadas por la Universidad del Norte de Texas y UCUDAL (cuadro 3.8). Para evaluar los logros de los estudiantes de tercer grado en los programas implementados en Perú, el IPA desarrolló y validó una prueba fundamentada en el currículo (cuadro 3.9). Se realizaron pruebas a los estudiantes al principio y al final del año académico para

⁴ Además de las limitaciones que se derivan del tamaño de la muestra, presunciones como la normalidad o la homocedasticidad de los errores no pueden ser probadas o corregidas.

determinar si el aprendizaje había mejorado más entre los niños que habían recibido el programa en comparación con los que no lo habían recibido. Las pruebas eran equivalentes, sin embargo la que se impartía al final del año era más difícil, reflejando las ganancias esperadas de un año de aprendizaje. De los 2.705 alumnos que habían sido puestos a prueba al principio del año académico, 2.401 también fueron evaluados al final del mismo.

Para medir las habilidades de los niños de cuarto grado en Tucumán y Buenos Aires, los estudiantes realizaron evaluaciones de aprendizaje fundamentadas en los currículos desarrolladas y validadas por UCUDAL (cuadro 3.10). Un total de 4.298 estudiantes tomaron la primera prueba, de estos, 3.766 realizaron la segunda prueba al final del programa. Los currículos tanto del programa CTC como del programa PAC eran más limitados que el currículo tradicional nacional. Esto significó que en la segunda prueba los estudiantes de CTC y PAC tuvieron que enfrentarse a preguntas sobre temas que ellos no estudiaron. Este hecho se hizo particularmente tangible en la rama de estudios de la Tierra.

Para comprender completamente por qué estos programas funcionan, se recolectó información adicional sobre los estudiantes a través de una variedad de cuestionarios que fueron completados por los padres, docentes y directores de las escuelas. Esta información ofrece pistas sobre los factores que pueden conducir al éxito y fracaso de los estudiantes en las pruebas de matemáticas – por ejemplo, el tamaño de las aulas de clase, el acceso a materiales, el nivel educativo de los docentes, el nivel educativo de las madres y el lenguaje que predomina en los hogares.

Los datos cuantitativos fueron complementados con evaluaciones cualitativas de prácticas pedagógicas; interacciones estudiante-profesor y estudiante-estudiante; y las actitudes y opiniones de los estudiantes, padres y profesores. Estas evaluaciones se llevaron a cabo a través de observaciones en clase o grabaciones en video de muestras aleatorias de los salones de clase, que fueron

codificadas y posteriormente analizadas.

En las pruebas de referencia de los grupos de tratamiento y control realizadas antes de que comenzara el programa, cada país reafirmó su necesidad de realizar un programa experimental. Por ejemplo, en el nivel preescolar en Paraguay, las pruebas de referencia arrojaron que el niño promedio podía nombrar únicamente dos de las cuatro figuras geométricas y no podía reconocer cuatro numerales. Este tipo de deficiencias hacen difícil que los niños puedan tener éxito en matemáticas en la primaria, debido a que no comprenden los conceptos básicos en los que se fundamenta el aprendizaje.

Esta situación fue igualmente desalentadora en la primaria. Las calificaciones previas a las pruebas en Argentina mostraron que los niños que estaban comenzando en el cuarto grado tenían limitaciones en sus habilidades matemáticas. Por ejemplo, menos de un tercio de los estudiantes podía sumar dos billetes y cuatro monedas, menos de un quinto podía multiplicar un número por 10, únicamente el 8 por ciento podía calcular el perímetro de un rectángulo y sólo 1 de cada 10 era capaz de comprender el concepto de número decimal.

Además de revelar los niveles bajos de logros de aprendizaje de los estudiantes, las pruebas de referencia mostraron el desempeño aún inferior de ciertos grupos de estudiantes. Los datos obtenidos a partir de estas pruebas de referencia develaron una tendencia en la muestra de caer en dos grupos claramente diferenciados. El grupo más pequeño consistía en estudiantes que asistían a escuelas urbanas, en las que tenían un salón de clase asignado con estudiantes del mismo grado y tenían profesores con mejores entrenamientos. Este grupo obtuvo calificaciones por encima de la media en múltiples categorías. Los niños en este grupo hablaban generalmente español, venían de familias con mayor nivel educativo y habían asistido previamente al preescolar. El segundo grupo, más grande, consistía en estudiantes que acudían a escuelas rurales o a escuelas urbanas marginadas, asistían a clases en salones con niños de múltiples grados y tenían profesores que no contaban

con el entrenamiento adecuado. Estos estudiantes obtuvieron calificaciones por debajo de la media en múltiples categorías. En Belice, Paraguay y Perú, los niños en estas escuelas generalmente hablaban un lenguaje minoritario.

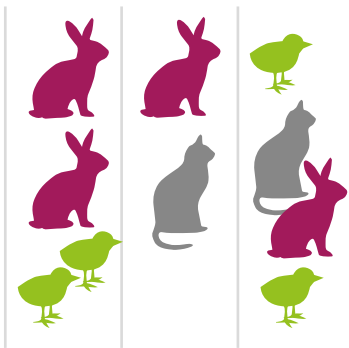
Como se demostró en el capítulo 2, en muchos países de América Latina las niñas tienen peores desempeños que los niños, a pesar de alcanzar calificaciones similares en las pruebas de lectura. Esto fue válido para las pruebas referenciales de Argentina, Paraguay y Perú. Consistentemente con las tendencias presenciadas en los países angloparlantes del Caribe, los niños obtuvieron calificaciones menores a las de las niñas en Belice.

En los ocho programas, las encuestas de referencia confirmaron que tanto el grupo de control como el de tratamiento eran suficientemente similares en el momento de la selección aleatoria. Esto quiere decir que las diferencias que ocurrieron después de que los programas fueron implementados pueden ser atribuidas de forma precisa a la intervención.

Los datos que se recolectaron antes del lanzamiento de los programas ofrecen una imagen preocupante de la educación en ciencias en las áreas en las que se realizaron los pilotos. La mayoría de los estudiantes estaban lejos de los niveles de aprendizaje esperados para su grado en las ciencias naturales. Por ejemplo, únicamente un poco más del 25 por ciento de los estudiantes en Argentina y 10 por ciento de los estudiantes en Perú mostraron un nivel de habilidades y conocimientos adecuados a su grado⁵. Las brechas de habilidades fueron particularmente importantes en las áreas del razonamiento lógico y la solución de problemas. Los resultados han demostrado que se ha fomentado en los niños el uso de la memorización y la realización automática de las tareas de clase. Ellos no fueron

⁵ Estos hallazgos son consistentes con los resultados del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe PISA (por sus siglas en inglés) (ver el capítulo 1), en donde únicamente dos tercios de los estudiantes peruanos y la mitad de los estudiantes argentinos alcanzaron el Nivel 1 en ciencias.

capaces de aplicar contenidos que habían sido cubiertos en sus lecciones de segundo grado en situaciones diferentes, ni tampoco de explicar el proceso de pensamiento que subyacía a sus respuestas. Las pruebas de referencia también resaltaron la magnitud de las brechas de aprendizaje entre grupos diferentes de estudiantes. En ambos países, los alumnos en las áreas más centrales y urbanas obtuvieron mejores resultados que sus pares en las áreas rurales y marginadas, y los estudiantes que venían de hogares con mejor situación económica superaron los resultados de sus pares en familias de ingresos limitados. No obstante, no hubo diferencias significativas en los logros de ciencias entre los niños y las niñas.



Comparando cantidades

Se pone a prueba la comprensión de “más”, “menos” e “igual” de los niños, utilizando ejercicios en imágenes en los que se comparan filas de gatos, gallinas y conejos. El facilitador reta al niño a indicar cuál caja contiene más, menos o un número igual de animales.



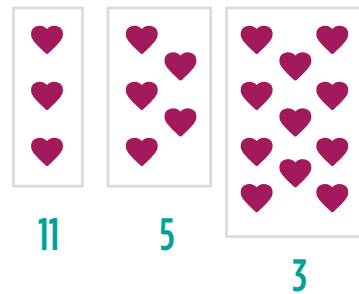
Reconocimiento de figuras

Los niños deben colocar cuatro láminas de plástico (círculo, cuadrado, triángulo y rectángulo) en las formas correspondientes representadas en el papel de la prueba.



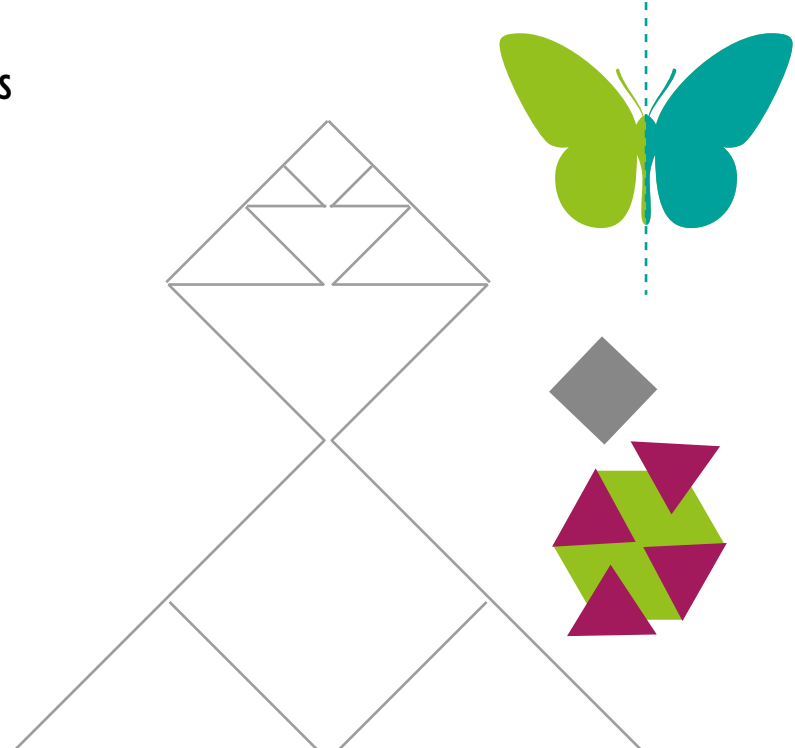
Conteo oral

A los niños se les pide que señalen con sus dedos y cuenten los globos en un dibujo en el que hay un conjunto de balones del 1 al 12.



Advanced numeration

Los niños ven 3 cajas que contienen grupos de 4 corazones, 5 corazones y 11 corazones, respectivamente. Debajo de las cajas se encuentran los números 5, 11 y 4, en el orden incorrecto. Se pide a los niños que relacionen cada símbolo numérico con la caja de corazones apropiada.



Simetría

A los niños se les enseña una imagen de una mariposa y se les solicita que dibujen una línea arriba de la misma para dividirla en dos partes iguales. Adicionalmente, se les pide que relacionen un lado de una casa con tres opciones que permiten completar el dibujo de la misma.

Figuras geométricas

A los niños se les ofrecen cuatro láminas de plástico triangulares y una lámina de plástico en forma de rombo y después se les pide que las ordenen de forma que puedan cubrir una figura hexagonal más grande que está dibujada en la página. Posteriormente, el facilitador remueve dos triángulos, y le da a los niños un rombo, pidiéndoles que vuelvan a completar la tarea.

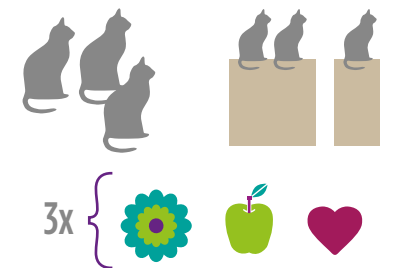
Problemas verbales de adición y sustracción

A los niños se les pide que resuelvan problemas como los siguientes: “Daniel tiene un perro. María tiene un perro. ¿Cuántos perros tienen en total?” y “Hay cuatro niños caminando hacia la escuela. Dos de ellos son varones y el resto son niñas. ¿Cuántas niñas están caminando a la escuela?”.



Composición del aditivo

A los niños se les enseña una caja en la parte izquierda de una página en la que se encuentran tres gatos, y pares de cajas similares en la parte derecha de la hoja con otras cantidades de gatos. Después se pide a los niños identificar los pares de cajas correctos (por ejemplo, un gato y dos gatos) para que conformen la misma cantidad de gatos que hay en la caja de la izquierda. Este ejercicio se repite tres veces más utilizando flores, manzanas y corazones.



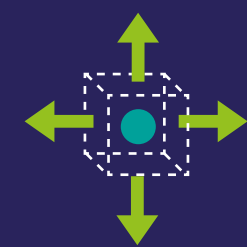
Nombrando los números

Se pide a los niños que nombren una serie de dígitos del 1 al 12.



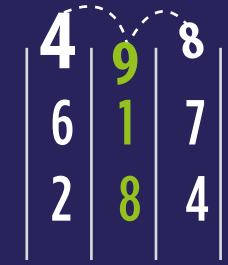
Selección de números

Los niños ven una trama de 12 cajas, cada una contiene un número diferente de estrellas, del 1 al 12. Después se les pide que identifiquen la caja que contiene 3 estrellas, 9 estrellas y 12 estrellas.



Habilidad espacial

Los niños deben caminar hacia adelante, hacia atrás, hacia la izquierda y hacia la derecha, y se les califica de acuerdo a su comprensión de estas palabras.



Comparando números

Los niños comparan filas de tres símbolos numéricos cada una, e indican cuál es el mayor número de cada fila.



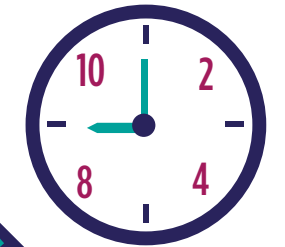
Habilidades motoras finas

Aplicando sus habilidades al máximo, los niños copian imágenes de figuras básicas, números simbólicos y letras. Posteriormente un equipo de especialistas califica sus resultados.



Secuencias numéricas

A los estudiantes se les enseñan patrones de figuras incompletas (por ejemplo, un triángulo, un cuadrado, un círculo, un triángulo y un cuadrado,...) Deben seleccionar qué figuras se necesitan para completar el patrón en cada una de las filas. Adicionalmente, los niños ven un reloj de frente y responden preguntas como: “¿Qué número viene después del 4?” y “¿Qué número está antes del 9?”.



¿Lograron alguna diferencia los programas?

Al final del año académico, revisitamos las escuelas que participaron en cada uno de los programas y administramos pruebas estandarizadas. Estas pruebas

son equivalentes a aquellas administradas durante el estudio de referencia, pero se aumentó el nivel de dificultad hasta el nivel que se esperaba que los niños tuvieran al final del año escolar para cada grado. Sólo aquellos niños que fueron evaluados en las pruebas de referencia realizaron la evaluación del final de año.

Aunque la intención era implementar los programas por un año académico completo (40 semanas), el tratamiento real se vio limitado a entre cinco y seis meses debido a una variedad de factores, incluyendo un brote de influenza, huelgas de los profesores, climas fríos y retrasos en la obtención de los materiales tangibles de matemáticas que se necesitaban

para las escuelas. Por lo tanto, los resultados reflejan menos de un año académico de intervención.

En todas las evaluaciones se probaron los programas sujetos en su totalidad. Por lo tanto, no podemos presentar ninguna medición de un efecto relacionada a componentes individuales de los mismos, tales como los libros de texto, los objetos manipulables para las matemáticas o el entrenamiento de los profesores.

En el nivel preescolar, tanto los programas Tikichuela como Mimate tuvieron impactos positivos en las calificaciones estandarizadas de matemáticas de los estudiantes que participaron en la intervención. En general, los estudiantes en las escuelas del programa Mimate mejoraron sus calificaciones estandarizadas de matemáticas desde el percentil 50 hasta el 54 (lo equivalente a cuatro semanas adicionales de enseñanza) en comparación con los grupos de estudiantes que recibieron la enseñanza tradicional en matemáticas (tabla 3.1). El programa Tikichuela tuvo un efecto incluso más fuerte sobre los estudiantes. Las calificaciones en matemáticas de los mismos aumentaron del percentil 50 al percentil 57 (equivalente a seis semanas adicionales de enseñanza) en comparación con las calificaciones promedio del grupo de control. En ambos programas, los efectos variaban de

acuerdo a las diferentes áreas dentro de las matemáticas y resaltaban particularmente en la capacidad de reconocer las figuras, la selección de números, la capacidad de contar oralmente y los procesos de adición y sustracción en los problemas verbales.

En Belice, los logros en matemáticas de los estudiantes con profesores que habían recibido entrenamientos subieron en un equivalente a 7 semanas de enseñanza en comparación con los de estudiantes con profesores sin ningún entrenamiento. Matemáticas para Todos tuvo un impacto significativo en las calificaciones de matemáticas de los estudiantes que venían de las escuelas que fueron seleccionadas aleatoriamente para participar en el programa (equivalente a 11 semanas adicionales de enseñanza). El programa tuvo además un impacto significativo

Cuadro 3.8. Evaluación de habilidades matemáticas para la primaria en Argentina y Belice

Cuarto grado Argentina
se les pidió que llevaran a cabo las siguientes tareas:

Números y Operaciones.

Sumar y restar números enteros de forma fluida, utilizar múltiplos y factores para componer y descomponer números enteros, ubicar las centenas y decenas en una línea numérica, multiplicar números enteros incluyendo números de tres dígitos por números de dos dígitos, y encontrar el valor de las incógnitas de ecuaciones como

$$A \div 10 = 25 \quad 125 \div B = 25$$

Geometría

Solucionar problemas que requieran la identificación y el conteo de las caras, bordes y vértices de sólidos geométricos tridimensionales – incluyendo cubos, prismas rectangulares y pirámides – y reconocer figuras que tengan simetrías lineales.

Datos y probabilidades

Ordenar un conjunto dado de datos, buscar la media, especificar el rango de valores y resolver problemas utilizando datos presentados en tablas o gráficos de barra.

Medidas

Llevar a cabo conversiones de una unidad de medida a otra más grande o más pequeña – por ejemplo, metros a centímetros, horas a minutos y pies a pulgadas. También, se les pidió que identificaran los ángulos rectos y que compararan otros ángulos con los mismos.



Los estudiantes de séptimo grado de Belice también tuvieron que llevar a cabo operaciones considerablemente más avanzadas que se desarrollaron en base de la prueba de la Michigan Math Leadership Academy:

$$v^3 = 2d + t^2$$

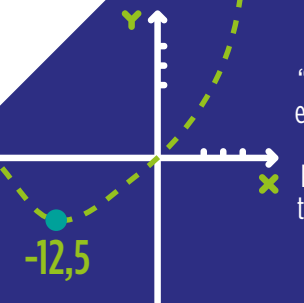
Números y operaciones

Calcular las tasas de cambio, incluyendo la velocidad, solucionar problemas de proporciones utilizando escalas y fracciones equivalentes y explicar los conceptos de la raíz cuadrada y cúbica.

$$(x+y)^2 = 2xy + y^2$$

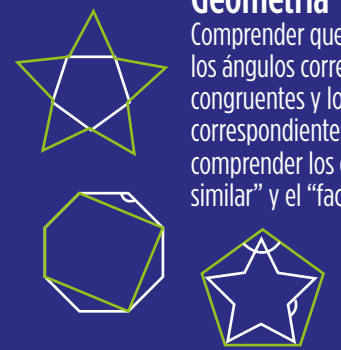
Álgebra

Calcular la pendiente del gráfico de una función lineal como el radio de "elevación/recorrido" de un par de puntos en un gráfico y expresar la respuesta como una fracción o un número decimal. Representar relaciones lineales utilizando tablas, gráficos y fórmulas y traducir entre todas estas representaciones.



Geometría

Comprender que en polígonos similares, los ángulos correspondientes son congruentes y los radios de los lados correspondientes son iguales. Además, comprender los conceptos de "figura similar" y el "factor de escala."



(0,19 de desviación estándar, o 10 semanas) en una subsección del examen relacionada a las medidas matemáticas. También se encontraron resultados positivos en otras secciones – incluyendo aritmética, geometría y operaciones numéricas – sin

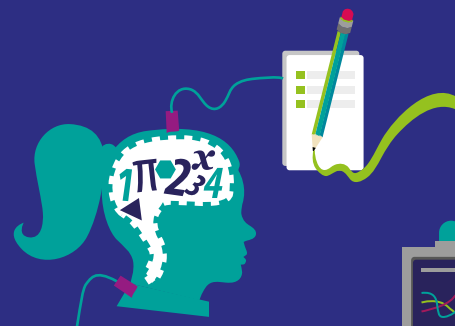
embargo no fueron estadísticamente significativos. Al observar los éxitos en el nivel de la prueba estandarizada del programa Matemáticas para Todos, pudimos diseccionar los resultados y observar el

impacto sobre los diferentes tipos de logros de matemáticas. Los estudiantes que participaron en Matemáticas para Todos mejoraron sus nociones de números naturales, tales como las magnitudes relativas y las posiciones de los números enteros. También mejoraron su habilidad para comprender la propiedad asociativa y distributiva en la multiplicación, así como las habilidades de manejar fracciones y sus cocientes numéricos y gráficos, y las

Cuadro 3.9. Evaluación de las habilidades científicas de los estudiantes de tercer grado en Perú

El razonamiento científico

Se pone a prueba la comprensión de los estudiantes del razonamiento y la lógica científica. Se les pidió que colocaran una serie de eventos naturales en orden cronológico, formularan hipótesis, realizaran inferencias y sacaran conclusiones. Las actividades de razonamiento científico se evaluaron como parte de las materias descritas abajo.



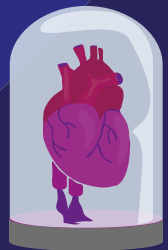
El mundo físico

Los estudiantes demostraron su comprensión de las máquinas simples, incluyendo sus tipos y funciones, y su entendimiento de los objetos materiales y sus propiedades físicas.



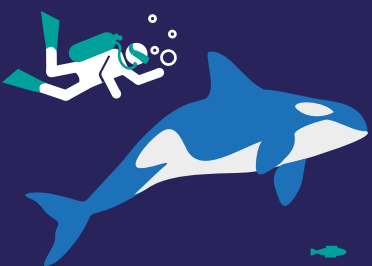
El cuerpo humano

Los estudiantes demostraron su comprensión de las funciones del cuerpo humano, incluyendo la función esquelética, la celular y la sensorial.



Los seres vivos y el ambiente

Los estudiantes demostraron su comprensión de los ecosistemas, incluyendo los terrestres y acuáticos, las poblaciones y las comunidades. También demostraron su comprensión del papel de los seres humanos en la conservación de los recursos y en la limitación de los impactos ambientales negativos.



Cuadro 3.10. Evaluación de las habilidades científicas de los estudiantes de cuarto grado en Argentina

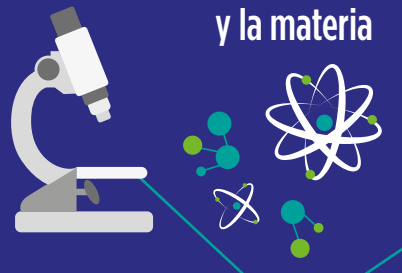
El razonamiento científico

Los estudiantes clasifican y ordenan datos de acuerdo a sus propiedades, hacen producciones e inferencias, desarrollan hipótesis y explican las relaciones de causa y efecto, además comunican sus resultados. Las actividades de razonamiento científico fueron evaluadas como parte de las siguientes materias.



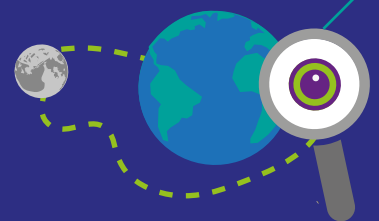
Los materiales y la materia

Los estudiantes demuestran su comprensión de los objetos materiales y sus propiedades físicas, incluyendo las nociones de que los objetos están compuestos por uno o más materiales y que las propiedades físicas se mantienen a pesar de que puedan ocurrir cambios físicos.



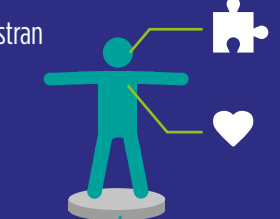
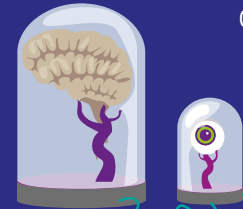
La Tierra

Los estudiantes demuestran su comprensión de los patrones y ciclos de la Tierra.



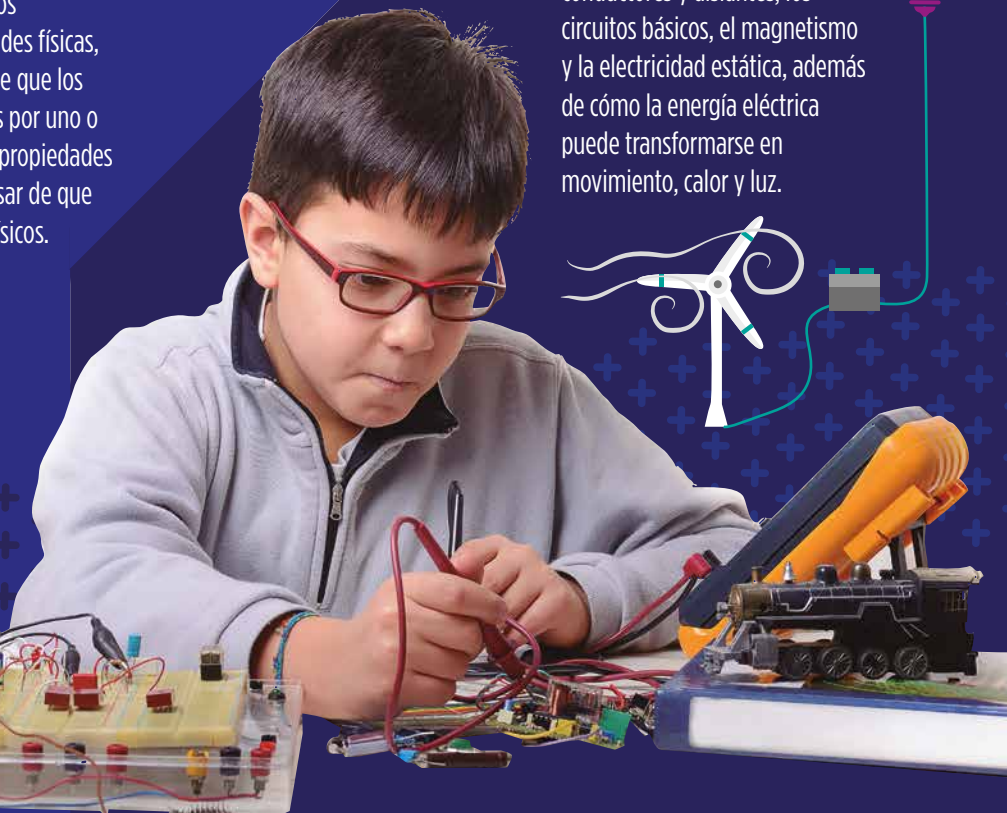
El cuerpo humano

Los estudiantes demuestran su comprensión de las funciones del cuerpo humano, incluyendo la función esquelética, celular y sensorial.



La electricidad

Los estudiantes demuestran su comprensión de las características de la electricidad, incluyendo los conductores y aislantes, los circuitos básicos, el magnetismo y la electricidad estática, además de cómo la energía eléctrica puede transformarse en movimiento, calor y luz.



representaciones más avanzadas de cocientes. Adicionalmente, los estudiantes mejoraron su velocidad de cálculo y su habilidad para interpretar el significado de las divisiones.

Las calificaciones de las pruebas de los estudiantes mejoran en los cuatro programas de ciencias al ser comparadas con las de sus pares. Los dos programas piloto que se desarrollaron en Perú conllevaron a mejoras de 0,18 desviaciones estándar (tabla 3.2). Asumiendo que los cambios en las distribuciones de la desviación estándar dentro de cada grado son iguales a aquellos observados en los Estados Unidos, los efectos de la implementación del programa en Perú equivalen a tres meses y medio adicionales de enseñanza. Esto es significativo, especialmente considerando que el primer programa piloto en Perú se vio reducido a cinco meses y el segundo a siete meses. Las cuatro evaluaciones ponían a prueba programas completos, incluyendo diversos componentes; por lo tanto no podemos presentar ningún efecto de una parte específica de los programas, como por ejemplo los libros de texto utilizados, los juegos de materiales científicos o el entrenamiento de los profesores.

Los descubrimientos en relación al aumento de la efectividad en el aprendizaje de los estudiantes en Perú fueron

sustentados en una simple comparación de medias entre los grupos de tratamiento y de control en los programas piloto de Argentina. En Argentina, las ganancias en el programa CTC fueron equivalentes a cuatro meses y tres semanas de enseñanza, y las ganancias del PAC fueron equivalentes a dos meses y una semana de enseñanza. Los estudiantes de CTC y PAC superaron incluso los resultados de sus pares en otras escuelas en la sección de las pruebas que evaluaba la Tierra. Esto puede ser un testimonio de que los estudiantes mejoraron sus técnicas de razonamiento científico y pudieron aplicarlas a nuevos temas. Sin embargo, no puede descartarse que estas ganancias en Argentina sean un resultado de las diferencias entre los grupos de control y tratamiento, que pueden haber estado presentes antes de que los programas hubieran sido implementados.

En los programas piloto llevados a cabo en Perú, los docentes tuvieron la percepción de que sus estudiantes tenían mejores desempeños. Al final de la implementación del programa de Ciencias y Ambiente II, el 25 por ciento de los profesores opinaban que la mayoría de los estudiantes sabían formular argumentos a partir de preguntas que se les presentaban en las lecciones de ciencias, no obstante, sólo el 3 por ciento de los docentes que no participaron en el programa tenían esta misma opinión.

Los estudiantes aprendieron más en los ocho programas piloto, los profesores reportaron sentirse más cómodos con sus habilidades para enseñar matemáticas y ciencias, y los estudiantes disfrutaron las experiencias de aprendizaje. Los profesores reportaron que los estudiantes se sentían más entusiasmados en relación a las ciencias y tenían más probabilidades de decir que en el futuro se convertirían en científicos. En los programas PAC y CTC en Argentina, los profesores asignaron más tiempo para estudiar ciencias dentro de clases. La forma en que los profesores se sienten en relación a la enseñanza es importante, muchos de ellos no tenían un interés particular por las ciencias y por eso solían dar prioridad a otras materias.

Por otra parte, al ver los efectos generales de los programas sobre los logros de aprendizaje, queríamos saber cómo estas ganancias en el aprendizaje en matemáticas y ciencias se distribuyeron entre los diferentes grupos de estudiantes. Nuestros datos revelaron que los resultados no eran iguales para todos los grupos de alumnos. Como se discute más abajo, las diferencias tuvieron que ver con los profesores, los estatus socioeconómicos, el lenguaje, el género, el tamaño de las aulas (a veces) y algunos detalles de implementación.

Tabla 3.1. Resultados y características generales de los programas

	Matemáticas Visibles y Tangibles (Belize)	Tikichuela (Paraguay)	Mimate (Perú)	Matemáticas para Todos (Argentina)
Efectos de los programas (medidos en desviaciones estándar a partir del resultado de interés)	0,13	0,16	0,10	0,16
Efectos de los programas (medidos en el equivalente de semanas adicionales de enseñanza) [†]	7	6	4	11
Características de los programas				
Materiales	Tableros geográficos, figuras geométricas sólidas, bloques y herramientas para contar	Libro de trabajo y lecciones de audio	Figuras de cartón, fotos, bloques de madera, espejos, láminas de plástico y dados	Libro de trabajo, calculadoras, reglas, mesas, juegos y figuras
Grado	Preescolar y desde el primer hasta el sexto grado	Preescolar	Preescolar	4to grado
Exposición	5 meses	5 meses	6 meses	6 meses
Entrenamiento y apoyo a los profesores				
Rol del profesor	Facilitador horizontal	Facilitador vertical	Facilitador horizontal	Facilitador horizontal
Entrenamiento de los profesores	36 horas	35 horas	40 horas	42 horas
Apoyo continuo a los profesores	En línea y visitas por parte de los mentores a las escuelas	Tutor dentro del salón de clase	Visita del mentor una vez por mes	Participación de tutores y visitas escolares cada dos semanas

Fuente: Hull y otros (2015); Näslund-Hadley, Parker y Hernández-Agramonte (2014); Näslund-Hadley y Chemello (2012); Gallego, Näslund-Hadley, y Alfonso (2015).

[†] Basado en las ganancias promedio observadas en los Estados Unidos en el 2007 de preescolar hasta el sexto grado para Belize (0,76 desviación estándar), desde el pre-kindergarten hasta el primer grado para Paraguay y Perú (1,14 desviación estándar), y desde cuarto hasta quinto grado en Argentina (0,56 desviación estándar) (Hill 2007). Se asume que un año escolar está compuesto por 40 semanas. Los resultados en Belize y Argentina deben ser interpretados con precaución debido a los tamaños reducidos de muestra que fueron utilizados.

¿Qué sabemos de los profesores?

Sabemos que los profesores importan para el aprendizaje de los estudiantes (Araujo y otros 2014). Dados los bajos niveles de entrenamiento de los profesores en la región, una de las preguntas en las que queríamos explorar a través de los ocho programas piloto era la posibilidad de potenciar el aprendizaje de los estudiantes cuando sus profesores tienen limitaciones en el entrenamiento formal y en el conocimiento de los contenidos y aspectos pedagógicos. Aunque los profesores tenían brechas de contenido y de técnicas pedagógicas en los cuatro programas, la magnitud de esas brechas variaba en cada caso.

A pesar de sus esfuerzos genuinos de cambiar las prácticas de enseñanza, los métodos utilizados tradicionalmente por los profesores estaban profundamente arraigados en la región y se convirtieron en un obstáculo para la implementación de los programas piloto. No obstante, las evaluaciones cualitativas revelaron algunas diferencias alentadoras en las prácticas y actitudes dentro del aula entre los docentes que participaron en el programa y los que no.

Por ejemplo, al final de la implementación de Ciencias y Ambiente II, muchos menos profesores del grupo de tratamiento (41 puntos porcentuales) creían que la teoría científica debía ser enseñada antes que la

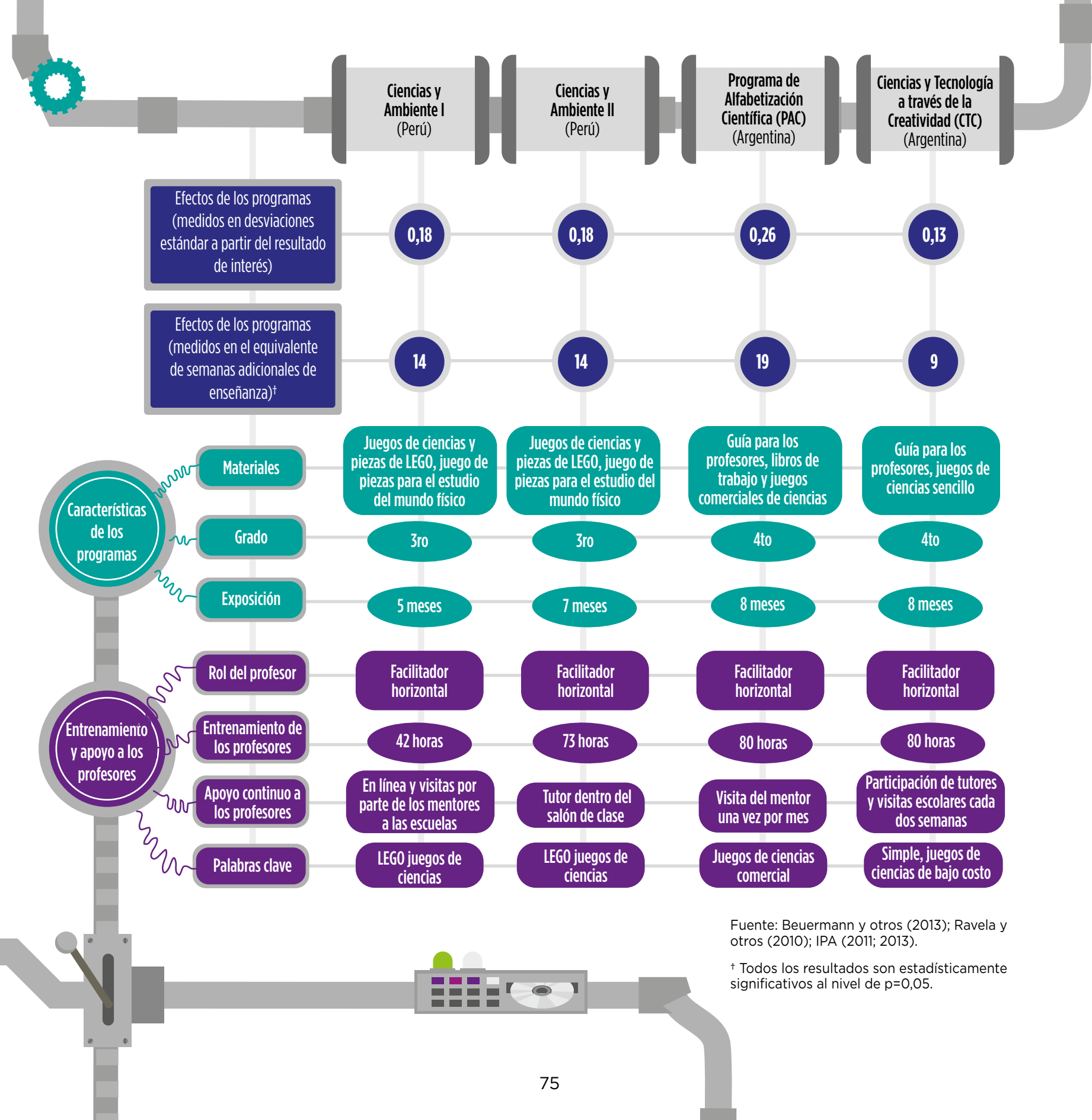
práctica. También hubo una diferencia de 13 puntos porcentuales en la proporción de profesores que afirmaban que preferían impartir otra materia. Similarmente, las relaciones con los padres y las comunidades científicas locales fueron más fuertes en las escuelas que participaron en el programa que en las que no.

Las evaluaciones cualitativas sugirieron que los docentes que participaron en los programas en Argentina invirtieron menos tiempo dando lecciones magistrales y que los docentes en Perú dictaron lecciones más estructuradas. En la tabla 3.3 se resumen las diferencias en las características pedagógicas existentes entre los profesores que participaron en el programa Ciencias y Ambiente II y aquellos que no participaron. Las evaluaciones cuantitativas del programa arrojaron que más de la mitad de las lecciones (51 por ciento) ofrecidas bajo el programa estuvieron "bien estructuradas" y el resto estuvieron "suficientemente bien estructuradas". Por otro lado, sólo el 21 por ciento de las lecciones desarrolladas por los profesores que no participaron en el programa podían considerarse como bien estructuradas; 64 por ciento estaban suficientemente bien estructuradas; y 14 por ciento estuvieron deficientemente estructuradas. Adicionalmente, los vínculos entre los conocimientos y la vida diaria de los estudiantes fueron más fuertes en las aulas que participaron en el programa que en las que no estuvieron expuestas al mismo.

Dados los niveles particularmente bajos de entrenamiento y el sentido de insuficiencia auto-percibida de los profesores en Paraguay, el modelo pedagógico seleccionado por el Ministerio de Educación para el programa Tikichuela estaba altamente estructurado. Las lecciones de audio estaban diseñadas para guiar a los profesores en cada paso. Al monitorear la implementación del programa se reveló que los profesores con los niveles más bajos de entrenamiento formal seguían las lecciones de forma muy precisa, mientras que los profesores que tenían un mejor nivel de entrenamiento se inclinaban más a desviarse de la planificación de las lecciones e interrumpir la secuencia pedagógica. Parecía como si este grupo de profesores quisieran agregar contenido a las lecciones.

Por ejemplo, en el conjunto de lecciones que estaban diseñadas para desarrollar las habilidades de creación de grupos y de separación de elementos, los profesores de este conjunto abandonaban el círculo con frecuencia para apagar la lección de audio y escribir las fórmulas matemáticas correspondientes en el pizarrón. Debido a que la mayoría de los estudiantes no comprendían los símbolos numéricos y las ecuaciones matemáticas básicas al hacer este módulo, se interrumpía el flujo pedagógico y los niños perdían el interés en la lección. Al final, los estudiantes de los docentes con los niveles más altos de aprendizaje no tuvieron tan buenos resultados como los estudiantes que

Tabla 3.2. Características y resultados generales de los programas



a. El resultado de interés fue el logro de aprendizaje en ciencias de los estudiantes.

b. Basado en las ganancias promedio observadas en los Estados Unidos en el 2007 desde tercero hasta cuarto grado en Perú (0,52 desviación estándar) y de cuarto a quinto grado para Argentina (0,56 desviación estándar) (Hill 2007). Se asume que un año escolar está compuesto por 40 semanas. Los tamaños de los efectos en Argentina deben ser interpretados con precaución debido a los reducidos tamaños de muestra utilizados.

c. Utilizamos el término "horizontal" para referirnos a estilos de enseñanza en los que se utilizan más trabajos grupales e individuales; y el término "vertical" para referirse al estilo de enseñanza que se concentra en actividades que el salón completo lleva a cabo al mismo tiempo (por ejemplo, clases magistrales).

Fuente: Beuermann y otros (2013); Ravela y otros (2010); IPA (2011; 2013).

[†] Todos los resultados son estadísticamente significativos al nivel de $p=0,05$.

tenían profesores con niveles bajos de entrenamiento. Es probable que muchos de los profesores con mejores niveles de entrenamiento formal, en general, no contaran con los conocimientos necesarios para llevar a cabo cambios significativos dentro del salón de clases. En los casos en los que hay disponible una rigurosa planificación de las lecciones, parece que los profesores con brechas importantes en contenido y técnicas pedagógicas realizan un mejor seguimiento de las mismas.

En Perú, donde los profesores tenían niveles más altos de entrenamiento formal,

los modelos pedagógicos seleccionados para el programa les imponía muchos más requerimientos – como su capacidad para utilizar tarjetas, evaluar el nivel de habilidades de cada uno de los estudiantes, desarrollar planes de aprendizaje individualizados y ofrecer un apoyo continuo conforme los estudiantes se enfocan en elementos que son capaces de comprender antes de que les sean presentados gradualmente conceptos más complejos. Los hallazgos cuantitativos de la evaluación del programa Mimate confirman que el modelo requiere un elevado nivel

de entrenamiento. Los estudiantes que tenían docentes con títulos universitarios mejoraron más que los estudiantes que tenían docentes con poco entrenamiento. Parece que los enfoques pedagógicos que son altamente guiados, como el modelo Tikichuela, son más adecuados para contextos en los que los profesores tienen deficiencias importantes de conocimiento del contenido y de técnicas pedagógicas.

Aunque puede resultar alentador el hecho de que los modelos pedagógicos muy guiados están en la capacidad de producir ganancias en los logros de

aprendizaje de los estudiantes, a pesar de la existencia de debilidades en las habilidades de enseñanza, la meta a largo plazo debe ser el fortalecimiento de esas habilidades. Nuestros descubrimientos relacionados a las habilidades de los profesores se limitan a las evaluaciones cualitativas. Aunque algunos profesores han experimentado dificultades con los nuevos enfoques de enseñanza, particularmente cuando los programas están comenzando a implementarse, la mayoría realizó un intento genuino de implementar cambios en sus métodos de enseñanza. Por ejemplo, los salones de clase del programa Mimate alcanzaron 38 por ciento de mejores marcas que el grupo de control en la evaluación que medía si la clase estaba estructurada y preparada en función a un objetivo claro. Por otro lado, en los grupos de control se observó que en muchos casos los profesores improvisaban las actividades durante las lecciones, lo que sugiere que había una falta de preparación y un objetivo difuso. También se observó que los profesores Mimate solían tener más paciencia con sus estudiantes (en el 95 por ciento de los casos) en comparación con el grupo de control (en el 71 por ciento de los casos) y los alentaban a realizar las actividades en múltiples ocasiones de forma amigable. Adicionalmente, los profesores del programa Mimate prestaban atención a los estudiantes que no estaban comprendiendo correctamente y les explicaban con paciencia las lecciones en un mayor grado (95 por ciento de los casos) que en el grupo de control (un 67 por ciento de los casos).

En Argentina, la proporción de docentes categorizados como “actuales” en su forma de ver cómo deben enseñarse las matemáticas subió del 50 al 70 por ciento en comparación con el grupo de control. La evaluación cualitativa también indicó que Matemáticas para Todos ayudó a cambiar el ambiente de aprendizaje y las dinámicas de clase, centrándolo más en los estudiantes.

En relación a las habilidades de contenido, las evaluaciones cualitativas sugieren que el aprendizaje profesional “justo a tiempo” puede ayudar a los profesores a ofrecer una enseñanza de calidad, centrada en los estudiantes, en los

conceptos que no dominaban por completo antes. Las observaciones dentro del salón de clase y las entrevistas revelaron que muy pocas lecciones eran llevadas a cabo exactamente como se había planificado. Sin embargo, las lecciones analizadas eran superiores en términos de precisión y amplitud de los conceptos que se estaban enseñando. Esto también se vio reflejado en las entrevistas realizadas a los profesores, como en la siguiente admisión: “No soy muy bueno con las líneas y los ángulos, pero acabo de dar una clase sobre ángulos rectos, agudos y obtusos”. Otra profesora estaba muy emocionada porque había podido enseñar notaciones decimales de fracciones utilizando el 100 como denominador – por ejemplo, $\frac{37}{100}$ también puede ser expresado como 0,37 – implicando que antes no sabía cómo hacer esto. También parece que el aprendizaje profesional “justo a tiempo” puede ayudar a los profesores a mejorar su conocimiento de las matemáticas. En Argentina, la proporción de docentes que participaron en el programa Matemáticas para Todos y pudieron explicar dos conceptos matemáticos que se dictan en el cuarto grado pasó de un 30 por ciento aproximadamente a más de 50 por ciento al final.

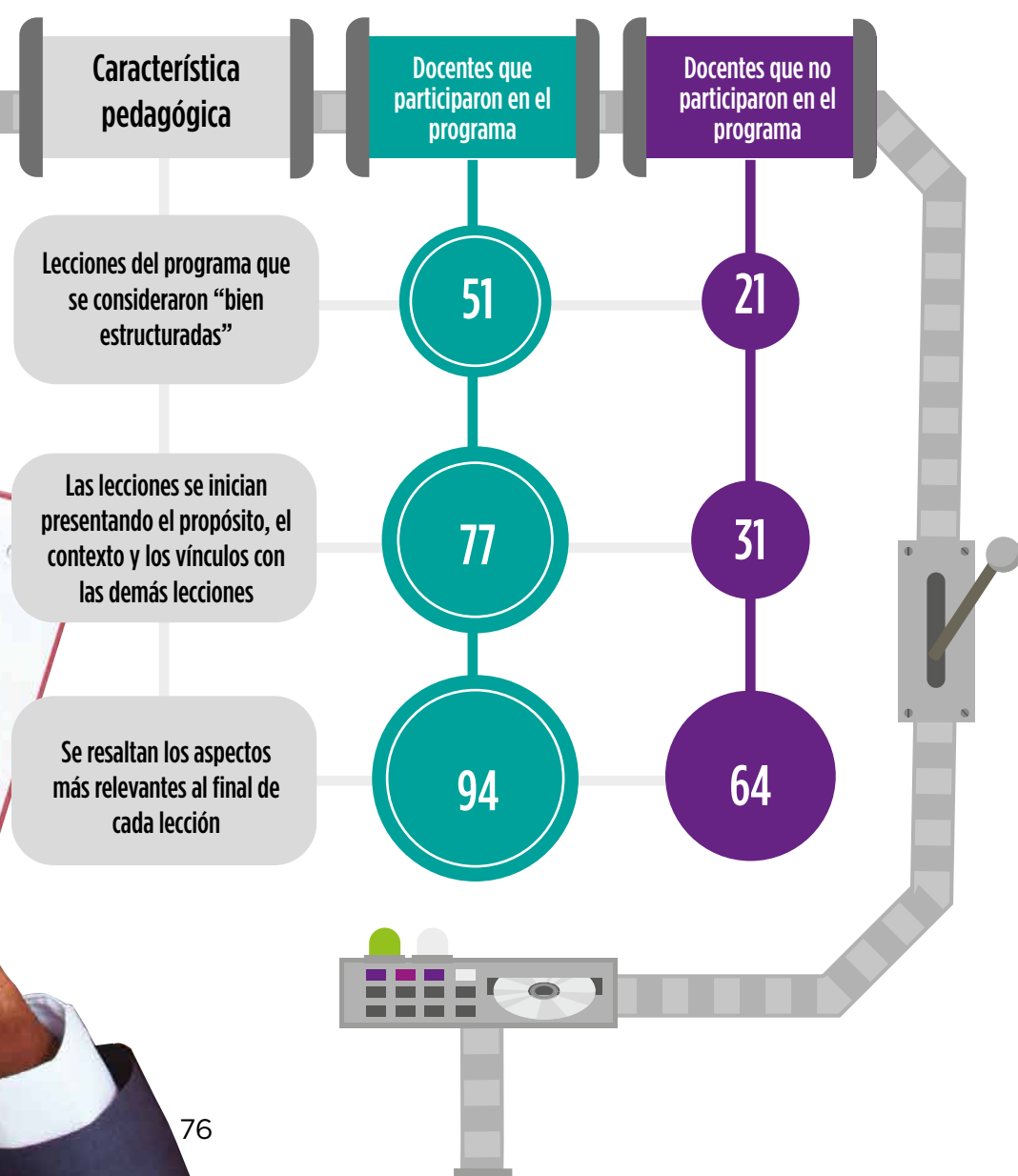
Las percepciones de los profesores también parecen haber tenido una influencia en los programas. En Argentina, los profesores tenían una percepción general menos negativa hacia sus estudiantes después de que el programa había sido implementado, indicando que los estudiantes estaban más interesados en las clases y tenían más motivaciones para aprender. La proporción de docentes que decían que los alumnos expresaban un interés por las matemáticas pasó de apenas 15 por ciento a más del 50 por ciento.

Adicionalmente, las evaluaciones cualitativas del programa Ciencias y Ambiente II resaltaron los esfuerzos de los docentes de comenzar las lecciones realizando una introducción del propósito y del contexto de cada una, e incluyendo vínculos a otras lecciones que hayan sido trabajadas en el pasado o que se tratarán

en el futuro. Por ejemplo, el 77 por ciento de los docentes que participaron en el programa hicieron la introducción, en comparación con un 31 por ciento de los que no participaron. Igualmente, las evaluaciones cualitativas revelaron una diferencia aguda en la proporción de profesores que hacían énfasis en los aspectos clave al final de cada lección – 94 por ciento de los participantes en el programa y 64 de los que no participaron.

Las evaluaciones cualitativas de Perú sugieren que el entrenamiento que se ofrece a los profesores importa significativamente. En el programa de Ciencias y Ambiente I, como resultado de los problemas de implementación descritos más arriba, los docentes de las áreas urbanas recibieron 60 horas de entrenamiento en comparación con sus pares en las áreas rurales que únicamente recibieron 20 horas. Como resultado, las ganancias en aprendizaje de los estudiantes en las áreas urbanas equivalieron a 14 semanas adicionales de enseñanza (0,14 desviación estándar), mientras que no se observaron ganancias en los estudiantes de las escuelas rurales. Por el contrario, el programa de Ciencias y Ambiente II les ofreció a los docentes rurales y urbanos un nivel similar de desarrollo profesional – 74 horas en las áreas urbanas y 71 horas en las rurales – y por lo tanto no existieron diferencias de aprendizaje entre los estudiantes de ambas áreas.

Tabla 3.3 Cambios en las prácticas pedagógicas del programa Ciencias y Ambiente II (Perú) (Porcentajes)



¿Qué sabemos de las condiciones socioeconómicas?

Los ocho programas intentaron disminuir las brechas en los logros de aprendizaje derivadas de la división socioeconómica. Debido a los tamaños de las muestras de los estudios de Argentina y Belice, presentamos únicamente datos de los programas de Paraguay y Perú. Los resultados fueron muy alentadores, mostrando que los modelos educativos ayudaron a cerrar las brechas relacionadas con el estatus socioeconómico.

En el programa Mimate, los niños de estatus socioeconómico bajo mejoraron a una velocidad más rápida que sus pares con un estatus más favorecido. Las mayores ganancias en el grupo de estudiantes más desfavorecidos hacen eco a los descubrimientos de Ramani y Siegler (2011) que muestran que los juegos matemáticos divertidos e interactivos son particularmente beneficiosos para niños que provienen de hogares con bajos ingresos. En concordancia con este descubrimiento, los estudiantes de áreas rurales aceleraron más su aprendizaje que sus pares en las zonas urbanas.

De forma similar, en Paraguay, las escuelas periféricas – que tienden a poseer menos recursos – fueron comparadas con sus contrapartes más céntricas. Las escuelas céntricas tuvieron un incremento de 0,05 desviaciones estándar (o dos semanas) en las calificaciones de matemáticas, un resultado estadísticamente significativo en nuestra muestra. Por otro lado, los estudiantes de las escuelas periféricas mejoraron sus calificaciones de matemáticas en 0,21 desviaciones estándar (o siete semanas) en comparación con los grupos de control.

¿Qué sabemos del lenguaje?

Aunque el español es el lenguaje oficial en Paraguay y Perú, una proporción considerable de los estudiantes son

bilingües o hablan exclusivamente otro idioma (como el guaraní o el quechua). Aquellos que hablaban el lenguaje indígena tenían más problemas para mantenerse al día y los estudiantes bilingües también experimentaron dificultades. Ambos programas buscaban neutralizar este desafío ofreciendo una educación bilingüe, pero los resultados fueron variados.

Se encontró que el programa Tikichuela ayudó a disminuir la brecha de aprendizaje entre los estudiantes de habla hispana y aquellos que se manejaban en guaraní. Los efectos más importantes fueron encontrados entre los estudiantes bilingües, probablemente debido a que escuchaban los mensajes clave dos veces – primero en español y después en guaraní. Sin embargo, el programa Mimate no tuvo éxito en la reducción de esta brecha de lenguaje. Los resultados mostraron que los estudiantes que fueron criados en hogares de habla hispana mejoraban con mayor velocidad que aquellos que hablaban quechua o que eran bilingües. El programa Mimate entrenó a los profesores para mezclar ambos lenguajes, pero es posible que no se haya puesto en práctica de forma tan consistente como en el programa Tikichuela que tenía un modelo más guiado, fundamentado en un programa de audio dispuesto para asegurar que todas las lecciones fueran completamente bilingües.

¿Qué sabemos del género?

En el primer año de implementación, tanto el programa Mimate como el Tikichuela estaban diseñados para ser neutrales en relación al género, en este sentido, los profesores no recibían ninguna instrucción particular que los llevara a tratar de forma diferente a los niños y a las niñas. Por ejemplo, en las 108 lecciones de audio del programa Tikichuela se indicaba a los docentes que debían invitar a los estudiantes a realizar determinadas actividades sin especificar el género.

Aunque este enfoque derivó en ganancias de aprendizaje significativas

tanto para las niñas como para los niños, tuvo el resultado no intencionado de aumentar la brecha de género en el aprendizaje, que se había observado en ambas encuestas de referencia. En Paraguay, al final del estudio los niños tuvieron mejores resultados que las niñas con una diferencia de 0,8 desviaciones estándar, o casi tres semanas. (En promedio, los niños y las niñas en el programa mejoraron sus calificaciones en matemáticas por 0,21 desviaciones estándar, o casi siete semanas, y por 0,13 desviaciones estándar, o un poco más que cinco semanas, respectivamente). También en Perú, los niños mejoraron con el programa a mayor velocidad que las niñas. Esto aumentó la brecha de género, pero el aumento no fue tan dramático como en el caso de Paraguay. Aunque estas diferencias pueden deberse en parte a características no observadas, el género de los estudiantes parece ser muy importante.

Una hipótesis que podría aportar luces en este asunto es que los niños tienen habilidades motoras tempranas mejor desarrolladas que las niñas (Gurian y Stevens 2004); por lo tanto, pueden obtener más beneficios de los enfoques de aprendizaje que se fundamentan ampliamente en actividades con dinámicas grupales y fuertes componentes de habilidades motoras, como el programa Tikichuela. Sin embargo, la brecha de género en aprendizaje también aumentó en el programa Mimate, que hacía menos énfasis en las habilidades motoras. Otra de las hipótesis es que los docentes simplemente prestaban más atención a los niños dentro de los salones de clase. Las evaluaciones cualitativas revelaron que los profesores tienden a describir a los niños como más “inquietos” y afirman que tienen “más problemas de disciplina”, “prestan menos atención en clase” y “requieren una atención más personalizada”. Paradójicamente, estos malos comportamientos han favorecido el aprendizaje de matemáticas de los niños debido a que los profesores se esfuerzan mucho más para involucrarlos en la lección y mantenerlos alineados con lo que están aprendiendo. Por ejemplo, los profesores hacen más preguntas a los niños para

mantener su interés y, por lo tanto, sin tener la intención de hacerlo, terminan por ignorar a las niñas, ya que en general tienen un mejor comportamiento en clases.

En nuestros programas, los niños que tenían más dificultades manteniéndose quietos eran invitados con más frecuencia a participar en las actividades. En Paraguay, cuando el audio indicaba al profesor que debía “invitar” a un estudiante a contar objetos o a escribir números, los niños eran los que más recibían estas invitaciones.

Cuando analizamos por primera vez los datos sobre los logros en aprendizaje de los estudiantes, tuvimos la hipótesis de que la atención desproporcionada que se les ofrecía a los niños podía estar relacionada con las percepciones y estereotipos de los profesores en relación a una supuesta mejor disposición de los niños hacia las matemáticas (Hyde Fennema, y Lamon 1990). Este tipo de estereotipos pudo haber provocado que los profesores se enfocaran en los niños al enseñar matemáticas en lugar de en las niñas. Sin embargo, los resultados de las encuestas no sustentaron esta noción. Al contrario de lo indicado en los datos de referencia, los docentes perciben que los niños son ligeramente peores en matemáticas que las niñas.

En el programa Tikichuela, tuvimos la oportunidad de trabajar con el Ministerio de Educación para intentar adaptar el modelo de forma que se rectificara este impacto diferenciado por género. En base a las reflexiones que partieron de las evaluaciones cuantitativas y cualitativas, nuestro equipo de especialistas pedagógicos volvió a evaluar cada una de las 108 lecciones de matemáticas. El cambio más importante que se realizó fue la sustitución de las instrucciones neutrales en cuanto al género que se daban a los profesores (por ejemplo, “invita a un estudiante”) por instrucciones en las que se especificaba el género (por ejemplo, “invita a una niña” o “invita a un niño”) para realizar las actividades de clase. Adicionalmente, agregamos un componente de género en el programa de desarrollo profesional para sensibilizar a los profesores en la importancia del desempeño e interés de las niñas en las matemáticas.

En el 2013, se realizó una nueva evaluación para entender los impactos de los cambios realizados sobre el modelo Tikichuela. Los resultados fueron muy alentadores debido a que los niños y las niñas mejoraron de forma equitativa. Sin embargo, aunque el modelo dejó de aumentar la brecha de género entre los niños y las niñas, la brecha que ya existía en el estudio de referencia no se cerró. En función a este descubrimiento, es plausible que se requiera un apoyo dirigido – por ejemplo, a través de mentores o tutores – para eliminar la brecha de género en matemáticas que traen los niños al ingresar en preescolar.

También detectamos diferencias de género en los resultados del Programa de Ciencias y Ambiente I en Perú. Las materias de ciencias para el tercer grado en Perú fueron más atractivas para los niños que para las niñas. Tal vez como consecuencia, los niños terminaron monopolizando las actividades prácticas. No obstante, no se realizó ninguna evaluación cualitativa sistemática para determinar la frecuencia de este problema. Es probable que las diferencias de género asociadas a la implementación de Ciencias y Ambiente I hayan creado involuntariamente una desigualdad de género que no se encontraba en el estudio referencial. Mientras los niños obtuvieron una ganancia promedio de entre 0,16 y 0,24 desviaciones estándar, las niñas no experimentaron ninguna ganancia de aprendizaje.

En respuesta a esta brecha de género, como se describe más arriba, se hicieron esfuerzos en el programa de Ciencias y Ambiente II para sensibilizar a los profesores sobre la importancia de promover la participación e interés de las niñas por las ciencias. Afortunadamente, la evaluación de Ciencias y Ambiente II no arrojó ninguna diferencia significativa general en las ganancias de aprendizaje entre los niños y las niñas, aunque la brecha de género que favorece a los niños se mantuvo para la materia de estudio del cuerpo humano. No podemos estar seguros de que el cierre de la brecha de género se haya debido a los esfuerzos de entrenamiento y sensibilización

de los docentes, pero esto sería un resultado consistente con las investigaciones en las que se afirma que los profesores que potencian la creencia de las niñas en sus propias habilidades tienden a reducir las brechas de género (Halpern y otros 2007).

¿Qué sabemos de los materiales?

En Perú se hizo evidente que un programa de enseñanza de ciencias con un enfoque práctico no funciona si no se cuenta con un juego de materiales científicos adecuados. En el programa de Ciencias y Ambiente I, los efectos se vieron concentrados en la materia del mundo físico, mientras que no hubo ganancias significativas en las otras dos materias. Esto probablemente es una consecuencia del retraso en la recepción de los materiales asociados a esas dos materias.

Aunque los materiales estaban disponibles a tiempo para el caso del programa Ciencias y Ambiente II, por alguna razón la implementación de las tres materias continuó siendo desigual. Por ejemplo, las mayores ganancias de nuevo se observaron en los temas relacionados al mundo físico, aunque también hubo ganancias significativas en el tema que trataba el cuerpo humano, en el área metropolitana de Lima, y en relación a la materia de los seres vivos y el ambiente. Una explicación plausible podría ser que la entrega tardía de los materiales en el primer año pudiera haber tenido consecuencias a largo plazo que se mantuvieron hasta el segundo año. Debido a que los programas escolares no variaron, los docentes tenían más experiencia impartiendo el tema del mundo físico lo que hizo que esta implementación fuera más fiel al diseño original.

No obstante, los juegos de materiales científicos más sofisticados no generan necesariamente mayores ganancias. En Argentina, una de las preguntas que el Ministerio de Educación quería explorar era si invertir en los juegos científicos comerciales en el programa CTC valía la

pena. Para sorpresa de la mayoría de los profesionales que estuvieron involucrados en los programas CTC y PAC, los estudiantes del programa PAC superaron a sus pares del programa CTC. En general, después de tomar en cuenta la durabilidad de los diferentes libros de texto y materiales, los costos del programa CTC rondaban los 130 dólares americanos anuales por estudiante, mientras que el programa PAC se ubicó alrededor de los 20,50 dólares americanos anuales por estudiante. Como corolario, el modelo CTC costó 10,20 dólares americanos por cada punto adicional de mejora sobre los estudiantes que no participaron en el programa; mientras que el programa PAC costó únicamente 1,28 dólares americanos por estudiante. Aunque estos resultados deben ser interpretados cautelosamente, la fuerte ventaja en su relación costo-beneficio del modelo PAC presta soporte a la sorprendente conclusión de que contar con más recursos no resultó en mejores resultados en este estudio.

¿Qué sabemos del tamaño de las aulas?

A pesar de la sabiduría y el sentido común, “la enorme cantidad de investigaciones dedicadas al estudio del tamaño de las aulas ha fallado en la presentación de evidencia convincente acerca de la suposición de que reducir la cantidad de estudiantes en un aula probablemente mejorará el desempeño general de los mismos” (Hanushek 1999). En conformidad con la literatura, encontramos que la enseñanza individual y el enfoque del andamiaje individual utilizado en el programa Mimate y los dos programas de educación primaria funcionaron igualmente bien, independientemente de la cantidad de alumnos en cada salón.

No obstante, el modelo Tikichuela claramente no funciona si el grupo de estudiantes es muy grande. El límite parece ser 16 estudiantes, debido a que no se encontró ningún efecto significativo en los grupos mayores a esa cantidad. Al aislar otras variables, las clases que contaban con

6 o menos estudiantes tenían un efecto importante sobre el aprendizaje de los mismos (0,54 desviaciones estándar, o 19 semanas). También se encontraron efectos importantes en clases con grupos de 7 a 16 estudiantes. En las clases con 17 estudiantes o más, no había ningún efecto. La evaluación cualitativa sugiere que el énfasis sustancial en las habilidades motoras del modelo Tikichuela hace que este sea inapropiado para grupos más grandes. Cuando hay muchos estudiantes, es muy difícil organizar bailes, hacer gestos o realizar otro tipo de actividades físicas.

Sin embargo, el modelo del programa Tikichuela funcionó igualmente bien tanto en salones de clase con múltiples grados como en los que había solamente uno. Este descubrimiento es importante debido a que los salones de clase con múltiples grados - en los que estudiantes de diferentes grados comparten un docente - presentan retos de enseñanza importantes y suelen tener niveles de logros menores que los salones con un único grado. El modelo Mimate funcionó igualmente bien en los salones de un único grado y en los salones con múltiples grados. Debido al número limitado de aulas con múltiples grados en las muestra de los dos programas de educación primaria, no pudimos analizar esta variable en esos casos.

¿Qué sabemos de la implementación?

Los programas educativos suelen ser implementados por períodos más cortos que los planificados, o de forma diferente a como se concibieron, por razones que escapan el control de los investigadores y el personal de las escuelas. Esto aplicó para los ocho programas piloto discutidos en este capítulo.

En todos los programas, monitoreamos muy de cerca la fidelidad de la puesta en práctica. Como se mencionó con anterioridad, los programas fueron implementados por un promedio de cinco meses en lugar de un año académico completo (9 meses); sin embargo, en

todos los programas este promedio tuvo variaciones importantes entre las diferentes escuelas y profesores individuales. Por ejemplo, aunque el programa Tikichuela consistía en 108 lecciones separadas, durante el primer año académico los profesores implementaron un promedio de apenas 76 lecciones, desde 45 en uno de los casos hasta 102 en otro. Evidentemente, mientras más lecciones eran implementadas, mejores eran los resultados del programa.

En general, cuanto más fielmente se implementaban los programas en relación a la planificación inicial, más fuerte era el efecto en los logros de los estudiantes. Por ejemplo, los evaluadores en Belice utilizaron una escala de fidelidad de implementación que iba de 4 a 16 puntos. Cada punto estaba correlacionado con un aumento de la desviación estándar de 0,005 en logro de los estudiantes. Aunque esto pueda parecer un reto menor, la diferencia entre una implementación deficiente (por ejemplo, con una calificación de 4) y una buena implementación (por ejemplo, con una calificación de 16) podía cambiar el logro de los estudiantes hasta por 0,06 desviaciones estándar, o tres semanas adicionales de enseñanza.

Es muy probable que la brecha rural-urbana en términos de aprendizaje haya aumentado en el programa Ciencias y Ambiente I debido a problemas de implementación que se presentaron en las áreas rurales. De hecho, únicamente los estudiantes de las zonas urbanas mejoraron con el programa. Sin embargo, para el caso del programa Ciencias y Ambiente II, en el que la implementación fue más homogénea en todos los grupos, no existieron diferencias generales en las ganancias de los estudiantes provenientes de diferentes grupos de desempeño previo a la intervención. Únicamente en una de las materias las ganancias se limitaron al área metropolitana de Lima. Por lo tanto podemos concluir que una educación en ciencias práctica, centrada en los estudiantes, puede ayudar a mejorar a todos los alumnos siempre y cuando la implementación sea adecuada.

Reflexiones finales

La literatura en educación ofrece muchas razones para teorizar en cuanto a por qué los enfoques prácticos y centrados en los estudiantes funcionan para la enseñanza de matemáticas y ciencias. Sin embargo, estas prácticas centradas en el estudiante pueden ser difíciles de implementar en países en vías de desarrollo debido a una limitación en el acceso a los recursos, los factores culturales y los antecedentes de los estudiantes (O’Sullivan 2004; Wilmott 2003). A la luz de las grandes brechas que existen tanto en la pedagogía como en el conocimiento de los contenidos de los docentes, no es del todo certero que estas prácticas puedan funcionar en los sistemas educativos de la región. Únicamente realizando pruebas de los modelos podemos tener un mejor entendimiento de lo que funciona y lo que no funciona. Los ocho programas discutidos en este capítulo implementaron métodos similares centrados en los estudiantes, en sistemas educativos sustancialmente diferentes. Aunque los modelos de aprendizaje tenían características comunes, han sido adaptados a las prioridades y contextos locales. Los profesores tienen niveles diferentes de preparación y experiencia, y las necesidades de los estudiantes son diferentes en términos de lenguaje, desarrollo social y cognitivo, y el conocimiento que aportan a los salones de clase. Por lo tanto, realizar pruebas piloto de este tipo de programas nunca resultará en un modelo de enseñanza de las matemáticas y ciencias tempranas apropiado para todos los sistemas; aunque hay que destacar que lo aprendido en los ocho pilotos puede aportar información relevante a la educación de matemáticas tempranas y las políticas de la región.

De los programas descritos en este capítulo se derivaron cuatro aprendizajes.

Primero, todos los niños pueden beneficiarse de la educación en matemáticas y ciencias práctica centrada en los estudiantes, sin importar cuál sea

su desempeño inicial o su estatus socioeconómico, pero la implementación debe llevarse a cabo cuidadosamente para asegurar que todos obtengan una enseñanza de calidad.

Segundo, un cambio en la enseñanza de matemáticas y ciencias que potencie las aptitudes en el pensamiento crítico y la solución de problemas requiere un desarrollo profesional extensivo. Cuando el desarrollo profesional fue menos intenso, no se observaron ganancias en el aprendizaje de los estudiantes.

Tercero, los docentes perciben de forma diferente a las niñas y a los niños, si se ignora este hecho pueden aparecer involuntariamente brechas de género.

Cuarto, aunque se requieren algunos materiales tangibles para el aprendizaje, se puede obtener una mejora en el aprendizaje sin realizar inversiones en equipos o laboratorios costosos.

Referencias

Alibali, M. 2006. Does Visual Scaffolding Facilitate Students' Mathematics Learning? Evidence from Early Algebra. Madison, WI: Universidad de Wisconsin.

Araujo, María Caridad, Ricardo Carneiro, Yyannu Cruz-Aguayo, y Norbert Schady. 2014. "A Helping Hand? Teacher Quality and Learning Outcomes in Kindergarten." Documento no publicado, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Beuermann, D. W., E. Näslund-Hadley, I. J. Ruprah, y J. Thompson. 2013. The pedagogy of science and environment: Experimental evidence from Peru. *Journal of Development Studies* 49(5), 719-36.

Bonny, J. W., y S. F. Lourenco. 2012. The approximate number system and its relation to early math achievement: Evidence from the preschool years. *Journal of Experimental Child Psychology* 114(3): 375-88.

Brophy, J. 2001. Generic aspects of effective teaching. En *Tomorrow's Teachers*, ed. M. C. Wang y H. J. Walburg. Richmond, CA.: McCutchan.

Clements, D. H., J. Sarama, y A. Dibiase. 2004. *Engaging Young Children in Mathematics*. Londres: Psychology Press.

Carbonneau, K. J., S. C. Marley, y J. P. Selig. 2013. A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology* 105(2): 380. doi: 10.1037/a0031084.

Darling-Hammond, L., R. C. Wei, A. Andree, N. Richardson, y S. Orphanos. 2009. Professional learning in the learning profession: A status report on teacher development in the United States and abroad. National Staff Development Council de la Universidad de Stanford, Stanford, CA.

Elmore, R. F., P. L. Peterson, y S. McCarthy. 1996. *Restructuring in the Classroom: Teachers, Learning, and School Organization*. San Francisco: Jossey-Bass.

Gallego, F., E. Näslund-Hadley, y M. Alfonso. 2015. Planting a mathematics seed in Peru: A randomized evaluation of the Mimate preschool program." Documento de trabajo no publicado, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Garet, M. S., A. C. Porter, L. Desimone, B. F. Birman, y K. S. Yoon. 2001. What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38: 915-46.

Gurian, M., y K. Stevens. 2004. With boys and girls in mind. *Educational Leadership* 62(3): 21-26.

Gersten, R., y D. Chard. 1999. Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *Journal of Special Education* 33: 18-28.

Ginsburg, H. P. 2009. Early mathematics education and how to do it. En *Handbook of Child Development and Early Education*, ed. O. A. Barbarin y B. H. Wasik. Nueva York, NY: Guilford Press.

Ginsburg, H. P., y J. S. Lee. 2010. Early childhood teachers' misconceptions about mathematics education for young children in the United States. *Australasian Journal of Early Childhood* 34(4): 37-45.

Halpern, D., J. Aronson, N. Reimer, S. Simpkins, J. Star, y K. Wentzel. 2007. Encouraging girls in math and science. NCER 2007-2003, Centro Nacional para la Investigación en Educación, Consejería de Educación en los Estados Unidos, Washington, DC. Extraído de: <http://ncer.ed.gov>.

Hanushek, E. A. 1999. "The Evidence on Class Size" en S. E. Mayer y P. E. Peterson (Eds.) *Earning and Learning: How Schools Matter*. Washington, DC: Brookings Institution.

Hill, I. D. 2007. On calculating a standard deviation. *Teaching Statistics* 1(3): 81-84.

House, J. D. 2006. Mathematics beliefs and achievement of elementary school students in Japan and the United States: Results from the Third International Mathematics and Science Study. *Journal of Genetic Psychology* 167(1): 31-45.

Hull, D., K. Hinerman, S. L. Ferguson, y E. I. Näslund-Hadley. 2015. Teacher-led math inquiry: A cluster randomized trial of instruction manipulatives. Documento de trabajo no publicado, Universidad del Norte de Texas, Denton, TX.

Hyde, J. S., E. Fennema, y S. J. Lamon. 1990. Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin* 107(2): 139-55.

IPA (Innovations for Poverty Action). 2011. Informe de evaluación final: Programa de ciencias y medio ambiente. Reporte inédito del BID, Lima, Perú.

- - -. 2013. Informe de evaluación final: Programa de ciencias y medio ambiente. Reporte inédito del BID, Lima, Perú.

Kremer, M., y A. Holla. 2009. Improving education in the developing world: What have we learned from randomized evaluations? *Annual Review of Economics* 1: 513-45.

Maehr, M. L., y C. Midgley. 1991. Enhancing student motivation: A schoolwide approach. *Educational Psychologist* 26(3-4).

Marley, S. C., y K. J. Carbonneau. 2014. Theoretical perspectives and empirical evidence relevant to classroom instruction with manipulatives. *Educational Psychology Review* 26: 1-7. doi: 10.1007/s10648-014-9257-3.

McNeil, N., y L. Jarvin. 2007. When theories don't add up: Disentangling the manipulatives debate. *Theory into Practice* 46: 309-16.

McNeil, N. M., D. H. Uttal, L. Jarvin, y R. J. Sternberg. 2009. Should you show me the money? Concrete objects both hurt and help performance on mathematics problems. *Learning and Instruction* 19: 171-84.

Näslund-Hadley, E. 2009. Education sector: Analysis and options for a policy agenda. En *Towards a Sustainable and Efficient State: The Development Agenda of Belize*, ed. D. Martin y O. Manzano. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Näslund-Hadley, E. A. Loera, y K. Hepworth. 2014. What goes on inside Latin American Math and Science classrooms: A video study of teaching practices. *Global Education Review* 1(3):110-28.

Näslund-Hadley, E., S. W. Parker, y J. M. Hernandez-Agramonte. 2014. Fostering early math comprehension: Experimental evidence from Paraguay. *Global Education Review* 1(4): 135-54.

Näslund-Hadley, E., y G. Chemello. 2012. Secretos para resolver el problema de las matemáticas. En *Educación para la Transformación*, ed. M. Cabrol y M. Szekely. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

O'Sullivan, Margo. 2004. The reconceptualisation of learner-centred approaches: A Namibian case study. *International Journal of Educational Development* 24: 585-602.

Ramani, G. B. y Siegler, R. S. 2011. Reducing the gap in numerical knowledge between low- and middle-income preschoolers. *Journal of Applied Developmental Psychology* 32: 146-159.

Research Triangle Institute. 2014. *Early Grade Mathematics Assessment (EGMA) Toolkit*. Research triangle Park, NC: RTI.

Resnick, L. 1989. Developing mathematical knowledge. *American Psychologist* 44(2): 162-69.

Seefeldt, C., y B. A. Wasik. 2006. *Early Education: Three-, Four-, and Five-Year-Olds Go to School* (2d ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

SERCE. 2006. *Student Achievement in Latin America and the Caribbean: Results of the SERCE*. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe y UNESCO.

Slavin, R. E. 2009. *Educational Psychology: Theory into Practice*. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Valverde, Gilbert, y Emma Näslund-Hadley. 2010. *La condición de la educación en matemáticas y ciencias en América Latina y el Caribe*. Nota Técnica IDB-TN-211. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.

Wilmot, D. 2003. The inception phase of a case study of outcomes-based education assessment in the Human and Social Sciences Learning Area of C2005. *South African Journal of Education* 23: 313-18.

Cómo las Escuelas y los Sistemas Educativos Pueden Ayudar a los Profesores a Mejorar el Aprendizaje en Matemáticas y Ciencias

Rosangela Bando y Emma Näslund-Hadley

Al trabajar con docentes de América Latina y el Caribe, con frecuencia conocemos a educadores que están genuinamente interesados en modernizar los métodos que se utilizan para enseñar matemáticas y ciencias. Sin embargo, estos educadores normalmente no cuentan con el apoyo que necesitan para dar inicio a esta innovación. Muchos de ellos se tropiezan con que los directores o los administradores escolares subestiman la importancia de desarrollar las habilidades en matemáticas y ciencias en los primeros grados. También reconocen la carencia del desarrollo profesional y el apoyo dentro del salón de clases que son necesarios para evitar los ejercicios repetitivos y la memorización; la falta de materiales como

los juegos de piezas científicas o los objetos manipulables para aprender matemáticas que se requieren para que los estudiantes apliquen la técnica de la investigación propia; además del tiempo limitado de “reunión de profesores” en el que se podrían realizar planes en conjunto y reflexionar sobre las lecciones. Continuamente los profesores reportan sentir que a nadie le importa si tienen éxito. Para muchos, la enseñanza temprana de matemáticas y ciencias continúa siendo una labor solitaria y frustrante.

Capítulos anteriores han revelado las prácticas en el salón de clase que son más útiles para impulsar el aprendizaje en matemáticas y ciencias, que involucran a los profesores en las actividades que realmente se adhieren a la base de conocimientos de los estudiantes y que utilizan evaluaciones

de formación para ofrecer una educación diferenciada, con la capacidad de ajustarse a las necesidades individuales de aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, las prácticas pedagógicas que están descritas en los capítulos 2 y 3 requieren la aplicación de cambios que trascienden a los salones de clases aislados. Para realizar modificaciones amplias y sostenibles hacia nuevas prácticas en matemáticas y ciencias, los docentes necesitan el apoyo de sus superiores, además del de sus pares, en las escuelas y dentro del sistema escolar. Esto levanta preguntas importantes en relación a las reformas y acciones que se necesitan tanto a nivel escolar como a nivel del sistema educativo.

En este capítulo se resaltan 10 elementos que establecen el ambiente propicio necesario para ofrecer una enseñanza de alta calidad en matemáticas y ciencias (gráfico 4.1):

- Altas expectativas en el sistema educativo para el aprendizaje de matemáticas y ciencias.
- Liderazgo sólido de los directores para el desarrollo e implementación de los planes de mejora.
- Estrategias de educación fundamentadas en la evidencia.
- Nexos más fuertes en los estándares de aprendizaje en relación a los principales conceptos en matemáticas y ciencias, en todos los grados y materias.
- Materiales, equipos y suministros apropiados para los estudiantes y los profesores.
- Desarrollo profesional de calidad para los profesores y asistencia técnica para los expertos y el personal con experiencia.
- Tiempo de reunión adecuado entre los pares para analizar prácticas y compartir experiencias.

- Tiempo de reflexión durante el cual las escuelas pueden evaluar las mejoras en las prácticas de enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.
- Asociaciones entre los padres y los académicos que busquen mejorar los procesos de aprendizaje en matemáticas y ciencias.
- Participación en una comunidad más amplia relacionada con las matemáticas y las ciencias a través del proceso.

Altas expectativas: ¡Apunta hacia la luna y aterrizarás entre estrellas!

Un vistazo a los currículos de la educación primaria de ciencias en la región, evidencia que las mismas se entienden como una lista interminable de hechos. Por ejemplo, en cuarto grado, el estudio de las ciencias involucra largas listas de contenidos relacionados con las ciencias de la tierra, incluyendo los materiales de la tierra, sus movimientos, las aguas, los objetos en el cielo, la energía solar, las rocas, los minerales y los fósiles. Las ciencias de la vida y las ciencias físicas ofrecen una presentación similar. A veces, los currículos incluyen los procesos científicos, pero los mismos rara vez son enseñados con más profundidad que la sencilla exposición del “contenido”. Mientras surgen nuevos temas de relevancia científica, las listas en los currículos tienden a hacerse cada vez más largas. Un currículo con demasiados contenidos termina derivándose en una educación superficial y fragmentada y las relaciones lógicas entre todos los componentes del currículo se oscurecen. Además, probablemente los temas de matemáticas y ciencias que se cubren en una sola lección están destinados

a ser olvidados rápidamente, fallando en la labor de contribuir con la comprensión conceptual general que demanda el mercado laboral de la región en el siglo XXI (Crespi, Maffioli y Rasteletti 2014).

Los formatos tipo lista con frecuencia se derivan de metas de aprendizaje limitadas al conocimiento de los hechos y los procedimientos específicos. Pero un estudiante con un conocimiento probado de hechos y procedimientos desarticulados en matemáticas y ciencias puede no tener una buena capacidad de razonamiento matemático y científico o la habilidad de analizar los hechos en su conjunto. Esto no es una novedad- Poincaré lo anunció elegantemente hace un siglo: “La ciencia se construye de hechos, como las casas se construyen de piedras. Pero una colección de hechos es tanto una ciencia como un montón de piedras es una casa” (1905). Entonces ¿por qué las metas de aprendizaje que se especifican en los currículos de muchos sistemas educativos de la región continúan imponiendo el aprendizaje por medio de listas a los niños? La respuesta seguramente será una combinación de hábitos y falta de experiencia en la vinculación de las expectativas del dominio del contenido con las expectativas en la adquisición de habilidades.

Los sistemas educativos que arrojan buenas calificaciones en las evaluaciones internacionales normalmente exigen menos temas en cada grado junto a una mayor profundidad en cada uno de estos temas (cuadro 4.1). En lugar de enfocarse en una cobertura a gran escala, se concentran en el dominio de los conceptos más generales de las matemáticas y las ciencias, y los vinculan a las diferentes áreas de conocimiento y habilidades de procesos, prestando

Gráfico 4.1. Elementos que prestan apoyo a los profesores en la enseñanza temprana de matemáticas y ciencias



atención simultáneamente tanto al saber como al hacer, e integrando el contenido con la práctica para asegurar que los estudiantes comprendan cómo los hechos y la información se relacionan con conceptos más amplios.

Las metas de aprendizaje presentes en este modelo hacen más énfasis en las conexiones conceptuales y la solución de problemas que en la memorización de los hechos. Refuerzan la importancia de los contenidos y los conocimientos que se necesitan para poder trabajar con los mismos. Al disminuir el menú de metas de aprendizaje a un número menor de ideas centrales, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda de los conceptos fundamentales de las matemáticas y las ciencias. Volviendo a nuestro ejemplo de la enseñanza de las ciencias de la tierra en el cuarto grado, los Estándares en Ciencias de la Próxima Generación de los Estados Unidos muestran cómo deben verse las expectativas basadas en estándares, y en desempeños, cuando los contenidos están vinculados exitosamente a las ideas centrales (cuadro 4.2). La lista de expectativas de desempeño es corta, pero también existe la alta expectativa de que los estudiantes tendrán resultados sobresalientes. Los estudiantes aprenden los contenidos pero además pueden planificar y llevar a cabo investigaciones, interpretar y analizar datos y desarrollar soluciones a los problemas.

Liderazgo sólido en la escuela: ¡Dirigiendo hacia el éxito!

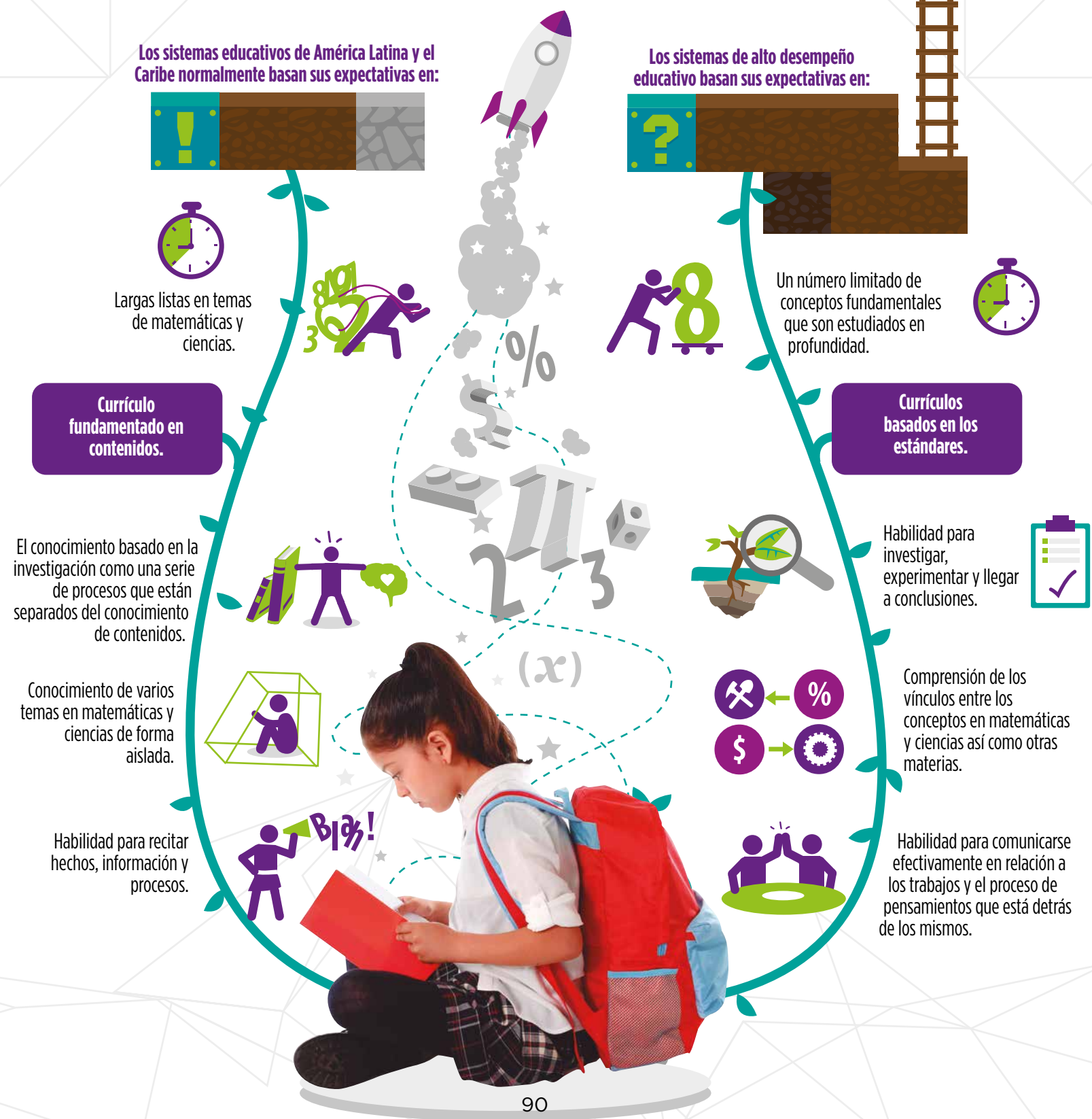
Aunque los sistemas educativos hayan delineado claramente sus metas basadas en las habilidades y sus currículos, las escuelas suelen tener dificultades para implementarlas debido a que los administradores de las mismas carecen de las habilidades pedagógicas y del liderazgo organizacional necesario para hacerlo. Estas habilidades de liderazgo organizacional críticas incluyen la habilidad de facilitar la formación de un consenso alrededor de las metas y objetivos y reubicar estratégicamente los recursos y el apoyo necesario para alcanzar estas metas. Las habilidades de liderazgo pedagógico esenciales que podrían estar faltando incluyen la habilidad de participar en conversaciones que giren alrededor del tema educativo; la provisión de prácticas institucionales modélicas; el monitoreo del progreso de los profesores y los estudiantes; así como la promoción de la participación de los padres y la comunidad (Leinthwood y Jantzi 2000 y 2005).

Otra de las razones por las que a las escuelas se les dificulta transformar sus metas y currículos basados en las habilidades en un cambio sostenible es que los profesores no cuentan con la experiencia que necesitan para entender lo que realmente significa enseñar matemáticas y ciencias. Aunque muchos docentes alrededor del mundo han sido entrenados utilizando las prácticas centradas en los profesores que vemos en nuestros salones de clase (Näslund-Hadley, Loera, y Hepworth 2014), las prácticas en las aulas de clase de muchos profesores de nuestra región, que nunca recibieron entrenamiento de parte de una institución especializada, tienden

a reproducir la forma en la que ellos mismos fueron enseñados.

Una combinación de administradores que no tienen experiencia en el liderazgo pedagógico y organizacional, y de profesores sin entrenamiento en el aprendizaje basado en las habilidades, disminuye las posibilidades de implementar exitosamente los mejores estándares en matemáticas y ciencias, aunque se trate de los mejores. Las escuelas que efectúan con éxito los currículos en matemáticas y ciencias basados en estos estándares, normalmente cuentan con planes detallados de mejoramiento. Estos planes van más allá del simple establecimiento de objetivos más altos en ciencias y matemáticas. Tienen un alcance integral, identifican las necesidades de mejora a partir de cuidadosas evaluaciones, delinean los pasos requeridos y guían a los miembros de la comunidad escolar en el alcance de estos objetivos. También buscan el mejoramiento general de los programas y servicios educativos de la escuela. Aunque los directores son los que normalmente dirigen el desarrollo de un plan de mejora, los planes más efectivos involucran a los profesores y a los representantes de los estudiantes (Seashore y Miles 1990; Méndez-Morse 1992; Peterson y Solsrud 1996). En el Programa Matemáticas Visibles y Tangibles de Belice (capítulo 3), es evidente que toda la comunidad escolar colaboró en el desarrollo de planes de mejora en matemáticas, exigiendo

Cuadro 4.1. Expectativas en el aprendizaje de matemáticas y ciencias de los estudiantes



que los grupos de interés entendieran claramente los objetivos y los resultados esperados y que compartieran esa visión para alcanzarlos.

El proceso de mejora de la enseñanza de estas disciplinas ofrece oportunidades para la participación e involucramiento de las comunidades educativas, en su sentido más amplio, y de los sectores con los que se relacionan, tales como los negocios, las granjas, las instituciones centradas en la investigación, los museos y la vida doméstica. Este proceso construye experticias en estas áreas que después pueden ser devueltas a los sistemas educativos en los que estos sectores buscan apoyo. Aunque no hay una estrategia única para el desarrollo de un plan de mejoramiento escolar, hay algunos pasos básicos que son comunes a todos. La tabla

4.1 se basa en la metodología utilizada en el programa de Belice, que comenzó con una auto-evaluación de los obstáculos que podrían presentarse en el momento de la implementación. En respuesta a los datos, la comunidad escolar identificó las causas de raíz de los problemas y enfocó sus esfuerzos en corregirlas. (Las versiones previas del plan tenían tantas áreas de enfoque en algunas de las escuelas de Belice que estaban destinadas al fracaso si no hubieran sido reencausadas). En el proyecto de Belice, los planes de mejora de las escuelas fueron desarrollados por los directores, profesores y administradores escolares.⁶

⁶ La participación de los padres y los estudiantes puede agregar una perspectiva valiosa a los planes de mejora (Leithwood y McElheron-Hopkins 2004).

de corrección. Por ejemplo, los logros deficientes de los estudiantes en geometría impulsaron a algunos administradores a indagar en prácticas de enseñanza que hayan sido eficientes en la facilitación del aprendizaje de geometría. De forma similar, si el desarrollo profesional no parecía estar alineado con las estrategias curriculares, el plan podía enfocarse directamente en buscar una solución a esto. En función a las estrategias de corrección acordadas, la comunidad escolar colectivamente definió objetivos realistas y medibles, cada uno fundamentado en pasos claros y accionables y en puntos de referencia útiles para la comparación. En función a los objetivos y los resultados, los estudiantes, padres, miembros de la comunidad, profesores y administradores escolares colaboraron para intentar solucionar estos problemas.

Cuadro 4.2. Un ejemplo de expectativas de desempeño fundamentadas en estándares para los estudiantes de cuarto grado en las ciencias de la tierra



Fuente: Estándares en Ciencias de la Próxima Generación 2013.

Los líderes de las escuelas son claves a la hora de crear y mantener estructuras que permitan a las comunidades escolares alcanzar las metas de sus planificaciones. Una vez que el plan en matemáticas fue lanzado, se esperaba que los líderes escolares monitorearan y se comunicaran proactivamente en relación al progreso y a los cambios que se estaban realizando. Esta parte del plan es sumamente importante debido a que las investigaciones apuntan a que los directores más eficientes se comunican con más frecuencia y con un mayor número de grupos de interés (Larsen 1987). La interacción periódica y la comunicación en relación a la planificación, las evaluaciones y las revisiones aumentan las probabilidades de éxito de un plan de mejoramiento escolar.

Prácticas de enseñanza basadas en la investigación: ¡Muéstrame la evidencia!

A pesar de la fuerte creencia que inclina a los formuladores de políticas a pensar que todos los niños se verán beneficiados con la implementación de una nueva política o programa, las nuevas prácticas de enseñanza raras veces llegan empacadas y listas para utilizar. Como se ha visto anteriormente, normalmente se requieren ajustes – realizar pruebas, hacer modificaciones y volver a hacer pruebas. Sin una fase experimental, los nuevos enfoques podrían mejorar las tasas de logros en aprendizaje

únicamente entre grupos particulares de niños o contener módulos que impidan el aprendizaje (ver el capítulo 3). Por estas razones, los líderes escolares responsables y los profesores deben investigar la evidencia existente para cualquier enfoque de enseñanza que piensen incluir en sus planes de mejoramiento en matemáticas y ciencias.

La forma más segura de implementar un aprendizaje mejorado en matemáticas y ciencias es confiar en la evidencia de éxito en situaciones similares. Una encuesta mostró que los directores más eficientes promovían enfoques de enseñanza basados en la evidencia y alentaban a los profesores más renuentes a cambiar sus prácticas de enseñanza (Seashore y otros 2010). Las investigaciones fundamentadas en la evidencia les permiten a las escuelas y a los sistemas escolares escoger métodos que sean relevantes para sus situaciones económicas y sociales. Es preferible que la metodología haya sido puesta a prueba en contextos similares a los de sus propias escuelas (Bando 2013; Glewwe

y otros 2011; Lipsey y otros 2012). Los líderes efectivos escogen metodologías basadas en la investigación que hayan sido probadas mediante evaluaciones rigurosas, bien sea a través de la aleatoriedad o con modelos cuasi experimentales, y trabajan para replicar los resultados positivos del modelo. Dado que la adaptación al ambiente real es crítica, los educadores en sistemas educativos efectivos trabajan en la implementación de prácticas fundamentadas en las pruebas para ajustarlas a sus contextos específicos y sus propios estudiantes (Fernandez y Yoshida 2004; Lewis y Hurd 2011).

Vínculos entre los grados y las materias: ¡Preparados, listos, a integrar!

Las escuelas frecuentemente tratan a las matemáticas y ciencias tempranas como materias alienantes y unidimensionales. Desafortunadamente, esta división lleva a los estudiantes a pensar que la misma separación aplica a sus vidas diarias. Para poder entender completamente un concepto en matemáticas o ciencias, los estudiantes necesitan aproximarse al mismo desde muchos ángulos, aplicarlo y revisarlo años después con más capas de complejidad. La integración de las materias conforme se avanza en los distintos grados y entre las

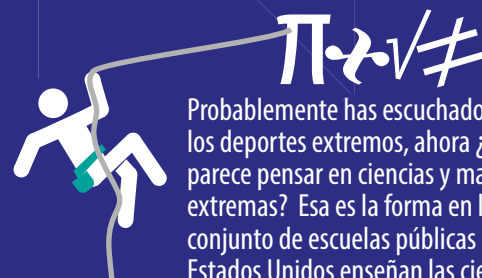
diferentes disciplinas refuerza este proceso de aprendizaje extendido. Integrar las materias permite a los estudiantes pensar, explorar, observar, recolectar, clasificar, tomar decisiones erradas y volver a hacer las cosas nuevamente.

Por lo tanto, no debería ser una sorpresa que las escuelas con mejores desempeños vinculen con frecuencia los estándares de aprendizaje entre los distintos grados y áreas temáticas para ofrecer un currículo más integrado. Las investigaciones demuestran que la integración de los currículos potencia la curiosidad, mejora las actitudes hacia la escuela y refuerza las habilidades de solución de problemas (Austin, Hirstein, y Walen 1997; Barab y Landa 1997; Drake 2012). La integración puede darse verticalmente en la misma disciplina entre los distintos grados simplemente asegurándose de que los estudiantes revisiten periódicamente

Tabla 4.1. Desarrollo de un plan de mejoramiento escolar para las matemáticas y las ciencias



Cuadro 4.3. Matemáticas y ciencias extremas a través de la integración de materias



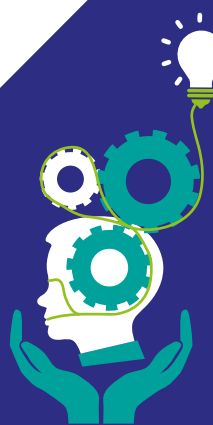
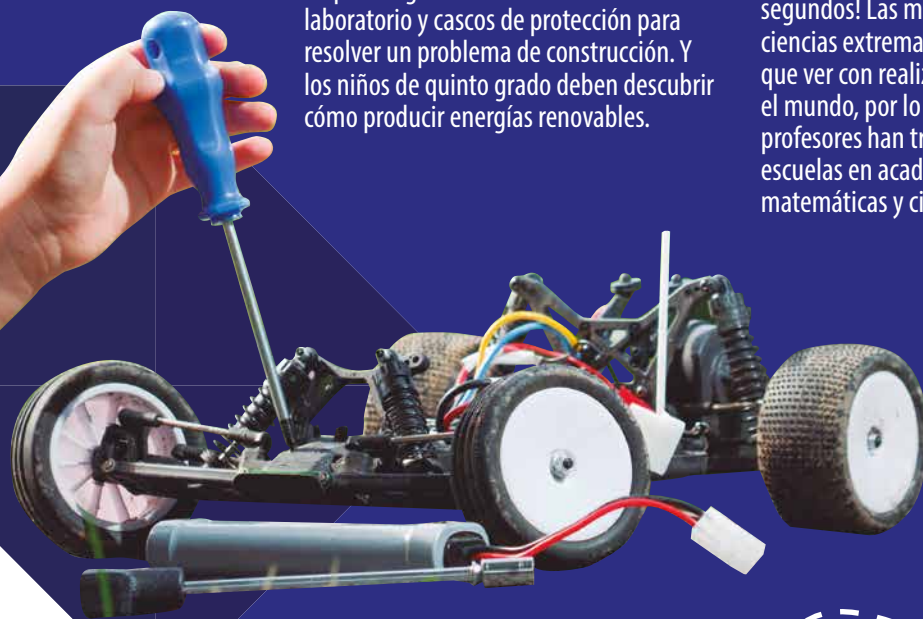
Probablemente has escuchado hablar de los deportes extremos, ahora ¿qué te parece pensar en ciencias y matemáticas extremas? Esa es la forma en la que un conjunto de escuelas públicas de los Estados Unidos enseñan las ciencias y las matemáticas. En ellas un grupo de niños de primer grado utilizan batas de laboratorio y cascos de protección para resolver un problema de construcción. Y los niños de quinto grado deben descubrir cómo producir energías renovables.

Además, grupos de niños investigan, diseñan y construyen un molino de viento para levantar y vaciar un vaso. Y después está la prueba del “ventilador eléctrico”, para declarar quién ha ganado ¡y por cuántos segundos! Las matemáticas y las ciencias extremas también tienen que ver con realizar una conexión con el mundo, por lo que los directores y profesores han transformado sus escuelas en academias de matemáticas y ciencias.

“El objetivo es que los estudiantes se apasionen por estas importantes disciplinas”, comenta uno de los directores. La clave del éxito se encuentra en lograr pasar de métodos tradicionales de enseñanza a enfoques multidisciplinarios.



La inmersión curricular es un reto para la educación en matemáticas y ciencias basada en la investigación. La mayoría de los requerimientos de los currículos hacen que la inmersión sea prácticamente imposible. Los proyectos científicos significativos necesitan tiempos mayores a lecciones de 45 o 60 minutos, una o dos veces por semana. A través de una planificación y coordinación cuidadosa, un director y su equipo pueden dispersar estas disciplinas en las distintas materias. Las lecciones de ciencias en el salón de clase siguen estando presentes en el currículo pero con más actividades prácticas, inclusive aquellas que se extienden para convertirse en períodos especiales de las materias.



Los niños resuelven problemas estadísticos relacionados al currículo en sus clases de matemáticas. Como parte de un módulo de aprendizaje de ingeniería inspirado en la Orquesta de Instrumentos Reciclados de Paraguay, ¡los estudiantes pudieron diseñar y producir instrumentos a partir de materiales reciclados en su clase de música!



conceptos en niveles cada vez más elevados de sofisticación. Sin embargo, la integración también se puede llevar a cabo horizontalmente, a través de la creación de vínculos entre las distintas áreas. (NCTM 2000).

“La integración de matemáticas y ciencias” se refiere a la existencia de una metodología y lenguaje común entre las distintas materias en relación a un tema, tópico o problema (Jacobs 1989). Utilizando la analogía de un pastel, Pring (1973) explica las diferencias entre un currículo que está

integrado y uno que no lo está. En ausencia de una integración de materias, el tema es similar a un pastel de capas en el que cada materia mantiene su identidad y fronteras durante el año escolar. El profesor utiliza un libro diferente para cada una y asigna bloques de tiempo para enfocarse en las mismas por separado. Por otro lado, las materias integradas se asemejan a los pasteles marmoleados. Para alcanzar este resultado, Drake (2012) sugiere que los docentes realicen una revisión sencilla de los currículos de dos grados superiores

y dos grados inferiores al que imparten, identificando las ideas recurrentes y determinando a partir de esto cuáles son los conceptos más importantes. Construyendo a partir de estos conceptos focales, los profesores pueden hacer lluvias de ideas, unificando múltiples materias alrededor de un único tema y especificando los elementos curriculares que deben cubrir incluyendo el contenido, las habilidades y las actitudes. Finalmente, los docentes pueden crear actividades diarias que presten apoyo a los currículos integrados.

Una profesora le pregunta a sus alumnos de quinto grado, que detectaron una acidez elevada en el estanque de su simulación del Pueblo Verde, “¿por qué está contaminada el agua?” “yo creo que es la fábrica de medicinas la que está contaminando el agua,” responde Elena. Pero Isaac sugiere que es la granja la que está filtrando los ácidos. Después de que sus estudiantes formulan y ponen a prueba las hipótesis, la profesora explica: el equipo deberá ahora asignar su presupuesto imaginario de 20 millones de dólares para comprar cuerdas, esponjas y otros materiales para la limpieza y la prevención.



“Queremos que ellos puedan ver que las matemáticas y las ciencias son cruciales para hacer que nuestras sociedades funcionen. Cuando los estudiantes resuelven problemas de la vida real, se dan cuenta que las ciencias y las matemáticas son significativas”, comenta. Pero tal vez uno de los estudiantes lo explica mejor:

“Es genial. En lugar de ver fotos de cosas, nosotros podemos hacerlas!”



Materiales apropiados para el aprendizaje: ¡Manos a la obra!

A través de este volumen, los autores promueven la educación práctica en matemáticas y ciencias. Sin embargo, la educación práctica requiere el acceso a los libros de texto, equipos y suministros necesarios para las investigaciones de los estudiantes. En escuelas de zonas marginadas de América Latina y el Caribe, los profesores y estudiantes con frecuencia tienen problemas en el acceso a cualquier tipo de materiales. Esta escasez de herramientas, particularmente para las ciencias, dificulta la realización de actividades de investigación (Näslund-Hadley, Loera, y Hepworth 2014). Sin embargo, aunque los materiales son necesarios, el obstáculo que se presenta por los costosos equipos de laboratorio y los materiales sofisticados puede ser superado. Como se pudo ver en los programas de ciencias realizados en Argentina, a los que se hace referencia en el capítulo 3, los artículos que se utilizan para la vida diaria pueden llenar este vacío. Los niños descritos en ese capítulo, que realizaron una lección sobre el sistema óseo utilizando huesos de pollo, tuvieron mejores resultados que aquellos que utilizaron modelos más sofisticados.

La responsabilidad de proveer los equipos básicos y suministros que se necesitan para realizar las actividades prácticas de matemáticas y ciencias normalmente no recae en las escuelas individuales sino en los sistemas escolares.

Sin embargo, para poder preservar sus preciados presupuestos, las escuelas pueden unirse y comprar equipos que no son de uso frecuente. Las redes de profesores preestablecidas pueden facilitar el proceso de compartir estos materiales (Guerrero, Eisler y Wilcken 1990).

Los profesores en contextos de recursos limitados pueden utilizar una amplia gama de materiales para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Cuando el levantamiento de fondos es limitado para la escuela, la información en relación a cómo utilizar los recursos locales para potenciar el aprendizaje, la investigación y la solución de problemas puede ser una herramienta muy poderosa. Además, los niños aprenden mejor cuando están familiarizados con los objetos. Por ejemplo, los niños pueden preparar una mesa con bandejas de selección y contar objetos como las tapas de los refrescos, rocas o juguetes como animales plásticos. Además pueden llevar huesos de pollo, semillas y otros ingredientes de cocina desde la casa para sus lecciones de ciencias. Las autoridades educativas deben establecer prioridades en relación a qué materiales pueden ser utilizados en distintas materias para estimular la curiosidad natural de los niños. Las lupas, por ejemplo, les permiten a los niños explorar jardines, una mascota, o una hoja que hayan recolectado de camino a la escuela.

Los libros de texto tienen el potencial de ayudar a los profesores a cerrar brechas de contenido; también pueden ser un gran recurso para el auto-aprendizaje. Las investigaciones demuestran que los libros de texto tienen un efecto importante en el aprendizaje de los estudiantes cuando son de buena calidad (Vegas y Petrow 2008). Por el contrario, cuando son de mala calidad pueden no ser una mejor fuente de conocimiento que lo que el profesor puede transmitirles por sí mismo. Si son seleccionados cuidadosamente, los libros de texto de alta calidad, alineados con el currículo, pueden interesar y motivar a los estudiantes con un nivel adecuado de dificultad y una presentación clara de los conceptos.

Una característica fundamental de los libros de texto de buena calidad, así como de cualquier otro material que facilite el aprendizaje como los programas de computación educativos o los juegos, es que transmiten imágenes y mensajes positivos sobre las oportunidades de carreras y la contribución de las mujeres y las minorías a las matemáticas y las ciencias. Estos ejemplos positivos pueden revertir las brechas de género, lenguaje o etnia que se describen en diversos capítulos de este reporte (Flore 2014).

Desarrollo profesional continuo: ¡Profesores al poder!

Los profesores de la región tradicionalmente adquieren sus conocimientos pedagógicos de matemáticas y ciencias a través de lecciones o conferencias que a veces están combinadas con discusiones. Los entrenamientos con un nivel de involucramiento pasivo tienden a resultar en conocimientos teóricos de muy corto plazo. Los docentes salen de ahí con ideas muy vagas en relación a cómo traducir las teorías en prácticas. Adicionalmente, debido a que los entrenamientos normalmente se dan en los descansos de verano, los temas y las prácticas no se aplican en muchos meses y los esfuerzos de entrenamiento con frecuencia se pierden. Como resultado, muy pocos cambios prácticos llegan al salón de clases.

El desarrollo profesional efectivo toma tiempo. Las experiencias internacionales indican que el desarrollo profesional funciona mejor cuando está incluido entre una combinación de enfoques de aprendizaje, de forma similar a lo que se ha descrito en este volumen – estudios sobre las lecciones, observación en clase, mentoría y entrenamiento (Parise y Spillane 2010; Epstein y otros 2008). Los profesores, al

igual que los estudiantes, aprenden a través de un compromiso más profundo con la exploración de materiales de aprendizaje bien integrados. En los programas descritos en el capítulo 3, el desarrollo profesional que integró la pedagogía con el contenido necesario para mantener el interés de los profesores ayudó a maximizar los resultados.

Al igual que los niños, los profesores pueden crecer a partir de la retroalimentación constructiva y constante mientras practican lo que aprenden. Tal retroalimentación, que puede venir de los mentores o de sus pares, perfecciona sus prácticas y sirve de apoyo a los profesores que se encuentran navegando hacia nuevas metodologías de enseñanza. El formato, los tiempos y el contenido del entrenamiento deben ser cuidadosamente medidos en función de las nuevas habilidades que el profesor está buscando desarrollar. Los docentes, al igual que los estudiantes, necesitan sus enfoques centrados en el estudiante (Ahmed y Mahmood 2010). Los profesores han valorado de forma muy positiva el método de aprendizaje profesional “justo a tiempo” que fue utilizado en algunos de los programas presentados en el capítulo 3 y que, en contraste con los entrenamientos puntuales a los que estaban acostumbrados, estaba completamente centrado en el estudiante. Las lecciones modelo que recibían muy poco tiempo antes de que les tocara dictar sus propias lecciones les hicieron mucho más fácil el proceso de transmitir lo que habían aprendido en sus entrenamientos al salón de clases. Este modelo de desarrollo profesional, fundamentado en la enseñanza “justo a tiempo”, puede ser utilizado potencialmente para cualquier disciplina, pero puede que sea particularmente útil en disciplinas como las matemáticas y las ciencias, en las que los profesores exhiben con frecuencia grandes brechas en sus habilidades pedagógicas y sus conocimientos.

También puede ofrecerse una tutoría para dar apoyo a alguna lección o actividad específica. Los enfoques de tutoría y de entrenamiento que se presentan en el

capítulo 3 son bastante prácticos. Los profesores reciben recomendaciones enfocadas en cómo mejorar sus prácticas y realizar tareas específicas de forma eficiente. Los tutores pueden ser desde profesionales con un nivel superior (que se han apuntado con el objetivo de favorecer el desarrollo de los demás docentes) o pares con más experiencia. El formato de las tutorías puede ser adaptable a las necesidades individuales. A veces, las relaciones se dan uno a uno, mientras que otras veces se dan entre un tutor y un equipo. En función a los diseños de nuestra investigación, no podemos sacar ninguna conclusión en relación a la efectividad de los formatos de tutoría. Sin embargo, en todos los programas, los profesores elogiaron al enfoque de aprendizaje “justo a tiempo” y centrado en el estudiante. Estas tutorías y los entrenamientos les ofrecieron un apoyo que nunca antes habían tenido.

Creando un clima apropiado para la colaboración de los profesores: ¡A reunirse!

Las prácticas y programas exitosos que fueron descritos en los capítulos anteriores se construyen en base al trabajo en equipo de los profesores. Las reuniones para estudiar las lecciones, la tutoría de parte de docentes con más experiencia y las observaciones de profesor a profesor crearon un espíritu de colaboración que emanaba interés y compromiso. Muchas investigaciones sirven de apoyo para destacar la importancia de mantener sólidas las relaciones de profesor a profesor (Cohen y otros 2009; Roberts 2012; City y otros 2009; Webb 2010; Baeten y Simons 2014; Bullough y otros 2003). Un ambiente escolar saludable para los profesores es importante tanto para la

motivación de los estudiantes como para la satisfacción y el desempeño de los mismos (Deal y Peterson 2009; Marzano 2003). Sin embargo, los docentes de la región con frecuencia tienen problemas para encontrar el tiempo que necesitan para la colaboración y la reflexión debido a otras demandas de su interés. Por ejemplo, la necesidad de lidiar con los problemas no académicos que los estudiantes llevan a los salones de clase (asuntos relacionados con el hambre, la salud, la seguridad y las aflicciones emocionales); los cronogramas escolares en los que no se define ningún tiempo específico para la colaboración; y las prácticas de empleo que tienden a dar prioridad a la cantidad de horas que un profesor invierte dentro del salón de clases sobre la cantidad de horas que invierte en preparación y colaboración como base para el cálculo de su compensación. Muchos profesores en escuelas pequeñas o zonas muy rurales tienen limitaciones a la hora de crear redes de contacto con otros docentes; por lo tanto, no tienen la posibilidad de acceder a colegas con los que intercambiar ideas, planes de lecciones o estrategias de enseñanza.

Para que el trabajo en equipo pueda darse, los líderes escolares deben planificar el tiempo en que los profesores se reunirán, establecer las reglas para la colaboración y conformar redes de contacto con otras escuelas. En Europa y Asia, los sistemas educativos con niveles elevados de logro permiten entre 15 y 25 horas semanales de colaboración a los profesores (Darling-Hammond 2011). Un estudio en el que se evaluaron directores eficientes en los Estados Unidos, mostró que todos alentaban a su personal a colaborar en una amplia gama de actividades, incluyendo la integración de currículo, las prácticas institucionales, las observaciones de profesor a profesor y los estudios de las lecciones. Los investigadores detectaron que cuando los directores de un grupo de escuelas unían sus fuerzas para crear una comunidad de profesionales, que sirviera de guía mutua, el aprendizaje de los estudiantes mejoraba (Portin y otros 2009). La colaboración dentro de las escuelas y los

distritos escolares promueve el intercambio de mejores prácticas, lo que puede conducir a un mejoramiento institucional (Stoll y otros 2006; Little 2002; Huberman 1995).

Evaluación y retroalimentación: “¡Cuéntanos lo que piensas!”

En la mayor parte de la región, la evaluación de los profesores frecuentemente no significa más que una visita puntual del director al salón de clase, en calidad de observador, llevando consigo una lista ineficiente de elementos destinados a detectar variaciones en el desempeño de los profesores. El sistema escolar con frecuencia asocia esta evaluación más con un tema de culpabilidad que con las oportunidades de mejora. Por el contrario, los sistemas educativos con altos desempeños tienden a realizar varias evaluaciones a lo largo del año haciendo uso de instrumentos diferentes y basándose en un amplio rango de criterios. Al igual que los profesores realizan evaluaciones constructivas y regulares a sus estudiantes para mejorar su aprendizaje, los administradores en estos sistemas más modernizados realizan evaluaciones constructivas y regulares para mejorar las habilidades de enseñanza de sus escuelas (cuadro 4.4).

Este proceso evaluativo requiere observaciones de alta calidad dentro del salón de clase, que deben ser llevadas a cabo preferiblemente por un espectador entrenado. Estos profesionales especializados combinan las observaciones que realizan dentro del salón de clase con otro tipo de instrumentos, tales como la retroalimentación de los alumnos, la revisión de la planificación de las lecciones y los portafolios de los estudiantes. Al utilizar una combinación de estos

instrumentos, las prácticas de enseñanza son evaluadas desde diferentes ángulos, resaltando las fortalezas de los profesores y detectando oportunidades de mejora. Este proceso hace énfasis en mejorar las prácticas dentro del salón de clase en lugar de enfocarse en los castigos (Darling-Hammond 2011; Tornero y Taut 2010).

Trabajando junto a los padres: “¡Somos un equipo!”

A lo largo de este volumen, se ha hecho énfasis en el rol de los padres y otros cuidadores. Los padres proactivos mejoran el aprendizaje de sus hijos tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. Aún y cuando este es un tema ampliamente reconocido, los profesores tienden a dudar si deben involucrar a los padres, sin embargo, las escuelas o sistemas escolares que se comunican tanto con los profesores como con los padres pueden llegar a disminuir esta brecha. Basándose en más de 20 años de investigación de la Universidad de John Hopkins en los Estados Unidos, Epstein y sus colegas (2008) identificaron una serie de estrategias útiles para promover la participación de los padres. Los ejemplos más abajo sugieren cómo “enganchar” a los padres en las actividades escolares.

Las escuelas que logran la participación de los padres los ayudan a comprender cómo llevar el aprendizaje en matemáticas y ciencias más allá del salón de clases. Al dirigirse a los padres y explicarles la importancia de que escuchen las ideas de sus hijos, de que discutan las matemáticas y las ciencias presentes en el día a día y de evitar transmitir mensajes negativos en relación a estas disciplinas, las escuelas ayudan a los padres a alentar a sus hijos. Las instituciones educativas que promueven abiertamente altas expectativas en

matemáticas y ciencias capturan la atención de los padres. Inmediatamente comienza a contagiarse el entusiasmo. Los afiches y folletos pueden también contribuir con estos esfuerzos, incluyendo en los mismos información paso a paso de actividades de aprendizaje que se pueden llevar a cabo en casa para reforzar el aprendizaje y mejorar la curiosidad de los niños (Chow y otros 2013). La escuela podría crear bibliotecas de matemáticas y ciencias y alentar a los padres a que le den un vistazo a estos libros y a encontrar actividades sencillas para realizar entre padres e hijos, como juegos de mesa o juegos de cartas. Como se sugiere en el capítulo 3, las escuelas pueden involucrar a los padres en las ferias de ciencias y realizar programas integrados de ciencias para la casa.

Las oportunidades de participar en actividades de voluntariado pueden reforzar, a su vez, los vínculos entre los padres y las escuelas. Para comenzar, una encuesta a los padres puede ayudar a identificar talentos, disponibilidad y otros temas logísticos para un potencial voluntariado en la educación en ciencias y matemáticas. Por ejemplo, como parte de una campaña de vida sana, un padre que tenga tiempo libre podría unirse a la lección sobre la pirámide alimenticia para hacer énfasis sobre la importancia de la nutrición. Un granjero podría ayudar a los niños a entender qué plantas crecen mejor con fertilizantes químicos, con fertilizantes naturales o sin ningún fertilizante, lo que podría inspirar una discusión en clase sobre las ventajas y desventajas del uso de los mismos. La participación de un padre en una clase de matemáticas en la que los niños tengan que desarrollar un presupuesto ficticio para la universidad o para el plan de reformas de la escuela demuestra la importancia de establecer prioridades y de planificarse para el futuro. Adicionalmente, los padres que son reconocidos por sus contribuciones en el salón de clase ganan confianza en el ambiente de aprendizaje de sus hijos y esto refuerza nuevamente su compromiso con la educación en matemáticas y ciencias.

Los canales de comunicación deben ser un vínculo entre los padres y la escuela.

La falta de tiempo, tanto por parte de los padres como de los profesores, puede hacer que la comunicación se convierta en un reto. Establecer canales de comunicación a través de anuncios regulares, memos, llamadas telefónicas, boletines y otras vías puede ayudar a hacer rutinaria la colaboración entre los padres y los profesores. Brenneman (2009) piensa que las reuniones entre los padres y los profesores son especialmente importantes

en la búsqueda de cultivar el amor de los niños por las matemáticas y las ciencias. Canales de información como estos aseguran que los padres tendrán acceso a los profesores, lo que les permitirá medir el progreso, adoptar las acciones que sean necesarias, comprender los requerimientos de la escuela y tomar decisiones informadas.

Cuadro 4.4. Prácticas de evaluación de profesores basadas en la evidencia

Las investigaciones demuestran que para mejorar el aprendizaje, las evaluaciones de los profesores deben seguir los siguientes principios:



Fuentes: Darling-Hammond 2011; Tornero y Taut 2010.

Escuela + la comunidad de matemáticas y ciencias = un equipo ganador

Los negocios y las industrias ofrecen oportunidades importantes para la vinculación de las matemáticas y las ciencias a las comunidades locales. Cuando los directores buscan acercarse a líderes locales potencian la exposición de sus escuelas en el mundo real y esto facilita a los profesores el uso del “aprendizaje basado en el lugar” discutido en capítulos anteriores. Los líderes escolares más asertivos guían las discusiones y solicitan retroalimentación de parte de la comunidad en relación a las expectativas de mejora del aprendizaje de los estudiantes y los recursos necesarios para alcanzarlas.

Trabajar juntos, incluso a una escala reducida, abre puertas y mentes. Un simple viaje de campo a un banco local puede enseñar a los estudiantes sobre el dinero. Aprender sobre el intercambio y las tasas de interés introduce a los niños a la idea del procesamiento del dinero y les reafirma la importancia del ahorro. Organizar ferias en matemáticas y ciencias u ofrecer pasantías son una forma muy efectiva de ayudar a los estudiantes a encontrar las conexiones entre el trabajo que hacen en la escuela y su aplicación profesional. Las visitas regulares de profesionales les recuerdan a los estudiantes la relación entre el currículo y el mundo real. Las escuelas que participaron en los programas de ciencias llevados a cabo en Argentina (ver el capítulo 3) recibieron este tipo de visitas regulares de científicos locales, que además ayudaron a los profesores en el desarrollo de proyectos prácticos. Los científicos venían de una amplia gama de ocupaciones, desde un geólogo y un agrónomo, hasta un meteorólogo y un epidemiólogo. Además de

dar a los estudiantes un poco de orientación en relación a sus áreas de trabajo, estas visitas los ayudaron a entender de forma más amplia lo que hacen los científicos. Como uno de los profesores explicó: “Los niños aprendieron que la mayoría de los científicos no usan batas de laboratorio ni trabajan solos todo el tiempo, sino que colaboran entre ellos en una gran cantidad de áreas”. Otro tipo de alianzas se enfocan en los profesores, contando con representantes de la industria que les ofrecen consejos de enseñanza en cuanto a cómo incorporar mejor las actividades prácticas en los programas de desarrollo profesional.

Reflexiones finales

Gran parte de este volumen se enfocó en cómo los profesores pueden potenciar el aprendizaje en matemáticas y ciencias dentro del salón de clases, ayudando a los estudiantes a desarrollar habilidades en la solución de problemas, el razonamiento y el pensamiento creativo. Sin embargo, aunque los profesores tienen un papel crítico en el mejoramiento escolar, ellos no pueden ofrecer oportunidades de aprendizaje de alta calidad en un contexto aislado. Este tipo de enseñanza tiene lugar en ambientes escolares positivos, que son el resultado de los esfuerzos coordinados de los profesores, padres, directores, personal de apoyo de la escuela, autoridades escolares y la comunidad. Una cultura de altas expectativas, un plan bien desarrollado para el mejoramiento y progreso sostenido y un liderazgo escolar que mantenga las estructuras de colaboración, ofrecen un ambiente seguro a los miembros de la comunidad para trabajar juntos hacia el éxito en matemáticas y ciencias.

Referencias

- Ahmed, Z., y N. Mahmood. 2010. Effects of cooperative learning vs. traditional instruction on prospective teachers' learning experience and achievement. *Journal of Faculty of Educational Sciences (Universidad de Ankara)* 43(1): 151-64.
- Austin, J. D., J. Hirstein, y S. Walen. 1997. Integrated mathematics interfaced with science. *School Science and Mathematics* 97(1): 45-49.
- Baeten, M., y M. Simons. 2014. Student teachers' team teaching: Models, effects, and conditions for implementation. *Teaching and Teacher Education* 41(0): 92-110.
- Bando, R. 2013. Guidelines for impact evaluation in education using experimental design. Nota técnica IDB-TN-519, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.
- Barab, S. A., y A. Landa. 1997. Designing effective interdisciplinary anchors. *Educational Leadership* 54(6): 52-55.
- Bessette, H. J. 2008. Using students' drawings to elicit general and special educators' perceptions of co-teaching. *Teaching and Teacher Education* 24(5): 1376-96.
- Brenneman, K. 2009. Let's find out! Preschoolers as scientific explorers. *Young Children* 64(6): 54-60.
- Bullough, R. V., J. Young, J. R. Birrell, D. C. Clark, M. Winston Egan, L. Erickson, M. Frankovich, J. Brunetti, y M. Welling. 2003. Teaching with a peer: A comparison of two models of student teaching. *Teaching and Teacher Education* 19(1): 57-73.
- City, E., R. Elmore, Sarah Fiarman, y L. Teitel. 2009. *Instructional Rounds in Education. A Network Approach to Improving Teaching and Learning*. Cambridge: Harvard Education Press.
- Chowa, G., A. N. Rainier, D. Masa, y J. Tucker. 2013. The effects of parental involvement on academic performance of Ghanaian youth: Testing measurement and relationships using structural equation modeling. *Children and Youth Services Review* 35(12): 2020-30.
- Cohen, J., L. McCabe, N. M. M., y T. Pickeral. 2009. School climate: Research, policy, teacher education and practice. *Teachers College Record* 111(1): 180-213.
- Crespi, G., A. Maffioli, y A. Rasteletti. 2014. Invirtiendo en ideas: políticas de estímulo a la innovación. En *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica*, ed. Gustavo Crespi, Eduardo Fernández-Arias, y Ernesto Stein. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Darling-Hammond, L. 2010. Performance counts: Assessment systems that support high-quality learning. Consejo de Directores de Escuelas Estatales, Washington, DC, y Centro para las Políticas de Oportunidad en Educación de Stanford, Stanford, CA.
- Darling-Hammond, L. 2011. Creating a comprehensive system for evaluating and supporting effective teaching. Centro para las Políticas de Oportunidad en Educación de Stanford, Stanford, CA.
- Deal, T. E., y K. D. Peterson. 2009. *Shaping School Culture: Pitfalls, Paradoxes and Promises* (2d ed.). San Francisco, CA: Jossey Bass.
- Drake, S. M. 2012. *Creating Standards-Based Integrated Curriculum: Common Core Edition* (3d ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Epstein, J. L., M. G. Sanders, S. Sheldon, B. S. Simon, K. Clark Salinas, N. R. Jansorn, F. L. Van Voorhis, C. S. Martin, B. G. Thomas, M. D. Greenfield, D. J. Hutchins, y K. J. Williams. 2008. *School, Family, and Community Partnerships: Your*

Handbook for Action (3d ed.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Fernandez, C., y M. Yoshida. 2004. Lesson Study. A Japanese Approach to Improving Mathematics Teaching and Learning. Nueva York: Routledge.

Flore, P. C., y J. M. Wicherts. 2014. Does stereotype threat influence performance of girls in stereotyped domains? A meta-analysis. *Journal of School Psychology* 53(1): 25-44.

Glewwe, P. W., E. A. Hanushek, S. D. Humpage, y R. Ravina. 2013. School resources and educational outcomes in developing countries: A review of the literature from 1990 to 2010. En *Education Policy in Developing Countries* (13-64). Chicago: University of Chicago Press.

Guerrero, F., J. Eisler, y L. Wilcken. 1990. Comprehensive Instructional Management System (CIMS) science 1988-89. Evaluación del Reporte de Sección. Oficina de Investigación, Evaluación y Valoración, Consejo de Educación de Nueva York, Brooklyn, NY. (Servicio de Reproducción de Documentos ERIC ED 317 407.)

Hargreaves, A. 2001. The emotional geographies of teachers' relations with colleagues. *International Journal of Educational Research* 35(5): 503-27.

Huberman, M. 1995. Networks that alter teaching: Conceptualizations, exchanges and experiments. *Teachers and Teaching: Theory and Practice* 1(2): 193-211.

Jacobs, H. H. 1989. *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation*. Alexandria, VA: Asociación de Supervisión y Desarrollo Curricular.

Kain, D. L. 1993. Cabbages and kings: Research directions in integrated/interdisciplinary curriculum. *Journal of Educational Thought* 27(3): 312-31.

Larsen, T. J. 1987. Identification of instructional leadership behaviors and the impact of their implementation on academic achievement. Documento presentado en la reunión anual de la Asociación

Americana de Investigación Educativa, Washington, DC.

Leithwood, K., y D. Jantzi. 2000. The effects of transformation leadership on student engagement with school. *Journal of Education Administration* 38(2):112-29.

———. 2006. Transformational school leadership for large-scale reform: Effects on students, teachers, and their classroom practices. *School Effectiveness and School Improvement* 17(2): 201-207.

Leithwood, K., y C. McElheron-Hopkins. 2004. Parents' Participation in School Improvement Processes: Final Report of the Parent Participation in School Improvement Planning Project. Toronto, Ontario: Asociación Canadiense de Educación.

Little, J. 2002. Locating learning in teachers' communities of practice. *Teaching and Teacher Education* 18: 917-46.

Lipsey, M. W., K. Puzio, C. Yun, M. A. Hebert, K. Steinka-Fry, M. W. Cole, M. Roberts, K. S. Anthony, y M. D. Busick. 2012. Translating the statistical representation of the effects of education interventions into more readily interpretable forms. *Centro Nacional para la Investigación en Educación Especial 2013-3000*, Instituto de Ciencias de Educación, Consejería de Educación de los Estados Unidos, Washington, DC.

Marzano, R. J. 2003. *What Works in Schools: Translating Research Into Action*. Alexandria, VA: ASCD.

Méndez-Morse, S. 1992. *Leadership Characteristics That Facilitate School Change*. Austin, Texas: Laboratorio del Desarrollo Educacional del Suroeste.

Näslund-Hadley, E. A. Loera, y K. Hepworth. 2014. What goes on inside Latin American Math and Science classrooms: A video study of teaching practices. *Global Education Review* 1(3):110-28.

NCTM (Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas, NCTM por sus siglas en inglés). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Parise, L., y J. Spillane. 2010. Teacher learning and instructional change: How formal and on-the-job

learning opportunities predict change in elementary school teachers' practice. *Elementary School Journal* 10(3): 323-46.

Peterson, K., y C. Solsrud. 1996. Leadership in restructuring schools: Six themes on the work lives of principals and teachers. *NASSP Bulletin* 80(577): 105-12.

Poincaré, H. 1905. *Science and Hypothesis*. Nueva York: Walter Scott.

Portin, B. S., M. S. Knapp, S. Dareff, S. Feldman, F. A. Russell, C. Samuelson, y T. Ling Yeh. 2009. Leadership for learning improvement in urban schools. *Centro para el Estudio de las Enseñanzas y las Políticas*, Universidad de Washington, Seattle.

Pring, R. 1973. Curriculum integration. In *The Philosophy of Education*, ed. Richard Stanley Peters (123-149). Londres: Oxford University Press.

Roberts, J. 2012. *Instructional Rounds in Action*. Cambridge: Harvard Education Press.

Rytivaara, A. 2012. Collaborative classroom management in a co-taught primary school classroom. *International Journal of Educational Research* 53: 182-91.

Seashore Louis, K., K. Leithwood, K. L. Wahlstrom, y S. E. Anderson. 2010. Learning from leadership: Investigating the links to improved student learning. *Universidad de Minnesota y Universidad de Toronto*.

Seashore Louis, K., y M. B. Miles. 1990. *Improving the Urban High School: What Works and Why*. Nueva York: Teachers College Press.

Stoll, L., R. Bolam, A. McMahon, M. Wallace, y S. Thomas. 2006. Professional learning communities: A review of the literature." *Journal of Educational Change* 7(4): 221-58.

Tornero, B., y S. Taut. 2010. A mandatory, high-stakes national teacher evaluation system: Perceptions and attributions of teachers who actively refuse to participate." *Studies in Educational Evaluation* 36: 132-42.

Vegas, E., y J. Petrow. 2008. Raising student learning in Latin America: The challenge for the 21st century. Banco Mundial, Washington, DC.

Webb, D. C. 2010. Collaborative design of instructional sequences: Teacher-developed support for formative assessment." *Procedia—Social and Behavioral Sciences* 9: 153-57.

Uniando todos los puntos: Mejorando la Educación en Matemáticas y Ciencias en América Latina y el Caribe

Emma Näslund-Hadley y Rosangela Bando

Sabemos muy poco sobre los desafíos y oportunidades que nos esperan en los 80 años o más que le quedan a este siglo XXI. Lo que sí sabemos es que los cambios ocurren rápidamente y requieren respuestas prácticas y creativas. Con miras a poder estar preparados para lo que se avecine, los niños de América Latina y el Caribe (ALC) deben crecer con adaptabilidad y flexibilidad de pensamiento.

Si se trata de cultivar el pensamiento crítico y creativo, el aprendizaje no puede seguirse enfocando en la aplicación de fórmulas o la absorción de un conjunto particular de hechos o teorías. En el

capítulo 2, aprendimos que la elasticidad mental, que allana el camino para todo lo inesperado, debe ser ejercitada desde edades tempranas. Preparar a los niños para que prosperen como adultos en el siglo XXI requiere que los sistemas de aprendizaje con estructuras verticales del siglo XX sean actualizados.

Los niños entran en las escuelas con fondos de conocimientos que pueden florecer en sus mentes creativas e intuitivas. Sus estudios de matemáticas y ciencias comienzan desde el momento en que gatean en el césped o empiezan a crear montones con juguetes. Los encuentros comunes con fenómenos físicos evolucionarán hacia aprendizajes formales

si la imaginación, consideración, curiosidad y determinación innata de los niños – elementos que son considerados invaluable para la solución de problemas en niveles más altos – no terminan por ser socavados. Pero para la mayoría de los estudiantes, los impulsos naturales de aprender y explorar no sobreviven a la entrada en el sistema educativo formal. En lugar de eso, la educación temprana en ciencias y matemáticas se reduce a leer y tomar notas, lo que como mejor escenario no produce más que un conocimiento de ciertos hechos y procedimientos. Los estudiantes terminan por ser privados de la oportunidad de desarrollar habilidades de solución de problemas.

Este Resumen, correspondiente al libro *Todos los Niños Cuentan* próximo a publicarse, reúne investigaciones en la educación de matemáticas y ciencias y describe prácticas para el salón de clases que dan apoyo al razonamiento matemático y científico y a la solución de problemas. Las prácticas que se proponen no solamente pueden mejorar el aprendizaje en matemáticas y ciencias, también están ampliamente recomendadas por la literatura internacional sobre la educación y, como se describe en el capítulo 3, se han demostrado prometedoras en el contexto de ALC.

En estos comentarios de conclusión, resumimos las recomendaciones ofrecidas por los autores de los capítulos anteriores y presentamos una lista de prácticas y acciones que pueden mejorar el aprendizaje y la enseñanza (cuadro 5.1). Nuestra esperanza es que las reflexiones presentadas puedan estimular discusiones posteriores sobre cómo transformar el aprendizaje y la enseñanza temprana de matemáticas y ciencias en ALC. Esta conversación debe ser de interés no sólo para los formuladores

de políticas de educación, sino también para los profesores, los administradores, los capacitadores de los profesores, las comunidades, el sector privado y otros individuos que estén preocupados por la calidad de la educación de los niños en matemáticas y ciencias.

Mejorando el aprendizaje

Todos los estudiantes pueden aprender matemáticas y ciencias. Pero las formas tradicionales de enseñanza que tienden a hacer énfasis en la memorización de hechos y fórmulas suelen dejar a los niños más pequeños en un vacío, desprovistos de sentido y conexión. Como se ha descrito en este Resumen, los profesores pueden crear el significado que los niños necesitan renunciando a la transmisión de hechos a favor de la creación de oportunidades para la solución de problemas que pueden generar una vinculación más fuerte con la mente de los niños. Ellos pueden favorecer actividades como la exploración de preguntas de investigación (muchas de ellas diseñadas por los niños); la producción y recolección de evidencias; el desarrollo de explicaciones y la construcción de teorías basadas en esas evidencias. Los profesores pueden modelar las investigaciones científicas – no sus soluciones o respuestas – y terminar generando situaciones de diálogo entre los estudiantes y los profesores.

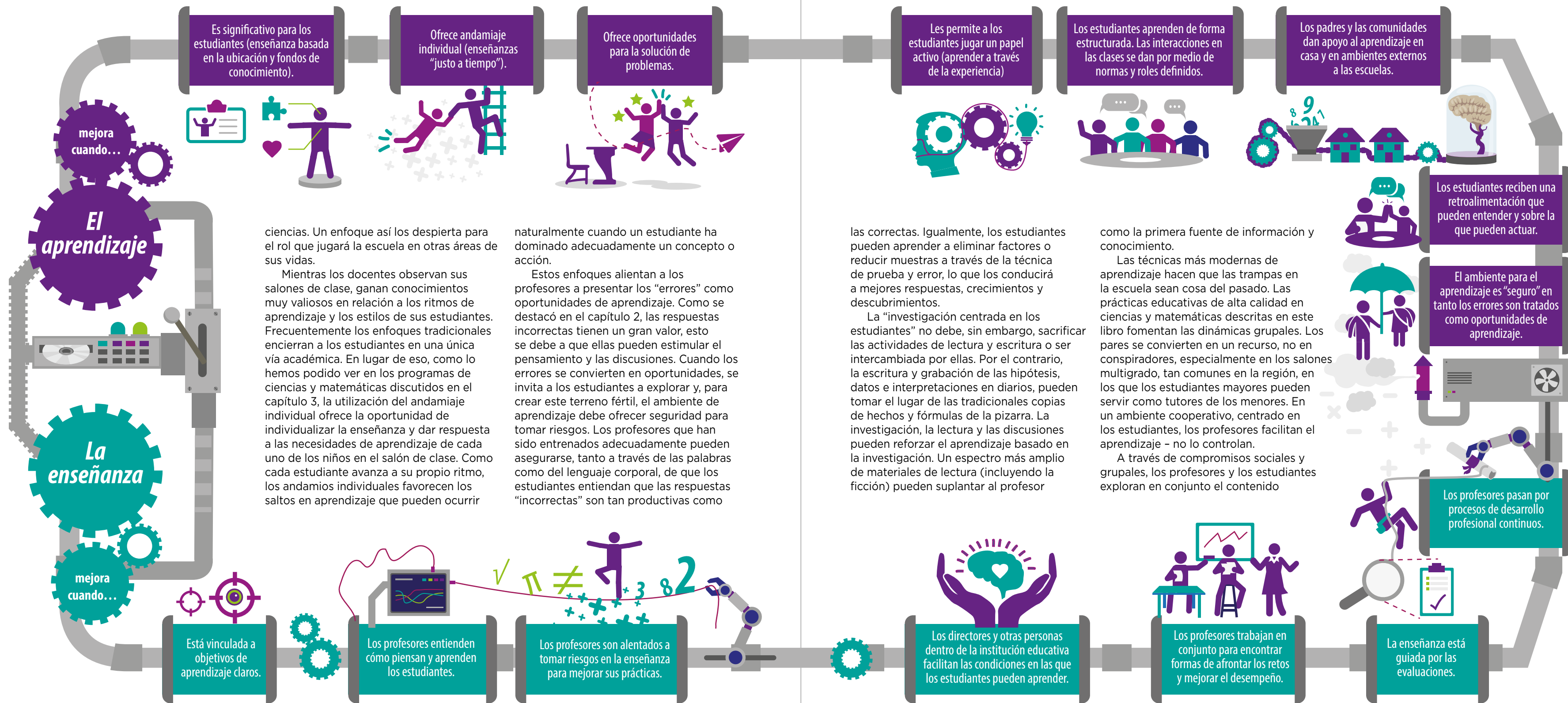
Cuando los retos de la solución de problemas se integran en las experiencias diarias de los estudiantes, las matemáticas y las ciencias comienzan a cobrar vida. La enseñanza basada en el lugar es una técnica multidisciplinaria que crea el contexto para el niño. Utiliza sus fondos de conocimientos previos y los conecta con las lecciones del salón de clases. Además reconoce que el aprendizaje se deriva de parámetros formales e informales. Coloca la base de los currículos en las experiencias

que ocurren en los hogares y las comunidades y prepara el escenario para el aprendizaje experimental, lo que provoca que los niños hagan preguntas y busquen sus propias respuestas.

Teniendo un enfoque práctico, la enseñanza basada en la ubicación puede involucrar actividades como la recolección y el análisis de datos de los insectos presentes en el patio de la escuela y la realización de los cálculos aritméticos básicos que se necesitan para dirigir un puesto de venta de limonadas. Los estudiantes llegan al preescolar con información que proviene de su exposición al mundo que los rodea; ellos traen estos “fondos” de conocimientos a los salones de clase, como si fueran bolsos llenos de libros. Los profesores, con entrenamiento, pueden aprender a conectar esa familiarización con conceptos vitales que sean apropiados de acuerdo a las lecciones que se hayan planificado. Por ejemplo, la familiarización con la agricultura, la economía local y las medicinas herbales pueden ser una base sólida para el establecimiento de los pilares matemáticos y científicos. Al construir la enseñanza a partir de la conciencia, el aprendizaje comienza a adquirir significado.

Una vez que un profesor identifica el fondo de conocimientos de un estudiante, puede capitalizar a partir del mismo creando nuevos materiales que se adherirán a sus conocimientos. Entonces la nueva información se puede convertir en un bloque para la construcción de proyectos futuros en lugar de un hecho más destinado al olvido. Los profesores hacen bien al alentar a los estudiantes a hacer preguntas, así como a identificar y buscar soluciones a sus propios problemas en matemáticas y

Cuadro 5.1 Factores relacionados que mejoran la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas y ciencias



ciencias. Un enfoque así los despierta para el rol que jugará la escuela en otras áreas de sus vidas.

Mientras los docentes observan sus salones de clase, ganan conocimientos muy valiosos en relación a los ritmos de aprendizaje y los estilos de sus estudiantes. Frecuentemente los enfoques tradicionales encierran a los estudiantes en una única vía académica. En lugar de eso, como lo hemos podido ver en los programas de ciencias y matemáticas discutidos en el capítulo 3, la utilización del andamiaje individual ofrece la oportunidad de individualizar la enseñanza y dar respuesta a las necesidades de aprendizaje de cada uno de los niños en el salón de clase. Como cada estudiante avanza a su propio ritmo, los andamios individuales favorecen los saltos en aprendizaje que pueden ocurrir

naturalmente cuando un estudiante ha dominado adecuadamente un concepto o acción.

Estos enfoques alientan a los profesores a presentar los "errores" como oportunidades de aprendizaje. Como se destacó en el capítulo 2, las respuestas incorrectas tienen un gran valor, esto se debe a que ellas pueden estimular el pensamiento y las discusiones. Cuando los errores se convierten en oportunidades, se invita a los estudiantes a explorar y, para crear este terreno fértil, el ambiente de aprendizaje debe ofrecer seguridad para tomar riesgos. Los profesores que han sido entrenados adecuadamente pueden asegurarse, tanto a través de las palabras como del lenguaje corporal, de que los estudiantes entiendan que las respuestas "incorrectas" son tan productivas como

las correctas. Igualmente, los estudiantes pueden aprender a eliminar factores o reducir muestras a través de la técnica de prueba y error, lo que los conducirá a mejores respuestas, crecimientos y descubrimientos.

La "investigación centrada en los estudiantes" no debe, sin embargo, sacrificar las actividades de lectura y escritura o ser intercambiada por ellas. Por el contrario, la escritura y grabación de las hipótesis, datos e interpretaciones en diarios, pueden tomar el lugar de las tradicionales copias de hechos y fórmulas de la pizarra. La investigación, la lectura y las discusiones pueden reforzar el aprendizaje basado en la investigación. Un espectro más amplio de materiales de lectura (incluyendo la ficción) pueden suplantar al profesor

como la primera fuente de información y conocimiento.

Las técnicas más modernas de aprendizaje hacen que las trampas en la escuela sean cosa del pasado. Las prácticas educativas de alta calidad en ciencias y matemáticas descritas en este libro fomentan las dinámicas grupales. Los pares se convierten en un recurso, no en conspiradores, especialmente en los salones multigrado, tan comunes en la región, en los que los estudiantes mayores pueden servir como tutores de los menores. En un ambiente cooperativo, centrado en los estudiantes, los profesores facilitan el aprendizaje - no lo controlan.

A través de compromisos sociales y grupales, los profesores y los estudiantes exploran en conjunto el contenido

obtenido por diferentes fuentes en sus escuelas y comunidades. Como lo pudimos observar en el capítulo 3, las dinámicas de grupo funcionan mejor cuando los participantes tienen derechos y responsabilidades – incluyendo el derecho de ser escuchados y la responsabilidad de escuchar cuidadosamente a sus pares – que están claramente establecidos y son comprendidos por todos.

Los estudiantes necesitan retroalimentación inmediata y práctica sobre sus desempeños – sin juicios, críticas ni comparaciones. Ese tipo de retroalimentación propulsa el pensamiento – y normalmente lo activa eficientemente. Además, esto alienta a los estudiantes a autoevaluarse y reflexionar sobre su propio trabajo, mientras que se fomentan las discusiones grupales. Muchos profesores asumen incorrectamente que calificar las tareas escolares no es parte de la retroalimentación. Es importante entender que las calificaciones son parte de la retroalimentación, sin embargo, un estudiante que únicamente recibe calificaciones no va a sentirse retado para aumentar sus conocimientos o intentar un nuevo enfoque.

Mejorando la enseñanza

La fuerte tendencia de los profesores de ALC de actuar como los principales transmisores de conocimientos crea problemas evidentes. Pero las implicaciones a largo plazo en las trayectorias de los estudiantes todavía no han sido medidas. Es razonable asumir, entonces, que los conceptos erróneos y la desinformación que han sido internalizados pueden comprometer y contaminar gran parte de la educación que los niños reciben.

En este contexto, la región ALC se enfrenta al reto de proveer lecciones de matemáticas y ciencias de alta calidad a los estudiantes a través de los cuerpos actuales de profesores. En este Resumen, hemos afirmado que, con los enfoques pedagógicos adecuados y un programa de desarrollo profesional, es posible ofrecer una educación de calidad, a pesar de las brechas en el conocimiento y las herramientas pedagógicas de los profesores. Los planes de lecciones estructurados y detallados y las tutorías en los salones de clase pueden ayudar en el proceso para cerrar estas brechas.

Este cambio debe comenzar con la clarificación de los estándares y objetivos específicos de aprendizaje. Esto debe fundamentarse en altas expectativas de lo que los estudiantes deben saber y poder hacer en cada grado. Para ayudar a promover los cambios reales en los salones de clase de la región, los estándares y metas para el aprendizaje en matemáticas y ciencias también deben detallar

cómo van a ser cumplidos. Por ejemplo, para apoyar el desarrollo de habilidades de solución de problemas, los estándares deberán enfocarse en: (i) desarrollar el entendimiento de los estudiantes de los conceptos y procesos científicos y matemáticos (en oposición a la mera memorización de hechos científicos); (ii) promover la investigación centrada en los estudiantes, por medio de la cual podrán descubrir conexiones y conocimientos por sí mismos (en lugar de leer y tomar notas de los materiales que les dan en clases); y (iii) integrar diferentes aspectos de las matemáticas y las ciencias en la planificación de las lecciones (en lugar de presentarlos como áreas separadas de conocimiento).

Estas expectativas no pueden ser ejercidas en los salones de clase de la región sin esfuerzos sostenidos de desarrollo profesional y asistencia técnica, incluyendo las oportunidades para que los profesores observen las técnicas en el trabajo. En el mediano y largo plazo, se requiere una formación sólida para los profesores que les provea el conocimiento técnico y pedagógico necesario para enseñar estas disciplinas críticas. Mientras tanto, los profesores que ya se encuentran en los salones de clase necesitan ayuda en la adquisición de estas habilidades mientras ofrecen simultáneamente lecciones de alta calidad. En los programas presentados en el capítulo 3, los profesores desarrollaron el conocimiento de los contenidos y las habilidades pedagógicas a través de talleres de aprendizaje profesional justo a tiempo, que fueron dictados durante todo el año, en ellos se convirtieron en estudiantes y se beneficiaron de un facilitador que modeló la lección que ellos mismos impartirían a sus estudiantes. Estas lecciones les permitieron disfrutar de la alegría asociada a las matemáticas y ciencias prácticas, al crear y poner a prueba sus propias soluciones y ofrecer evidencias que apoyaran sus razonamientos. Con el fin de estimular las reflexiones grupales y los entrenamientos por parte de los pares, estas lecciones pueden ser grabadas en formato audiovisual.

Para los profesores con entrenamientos muy limitados, las lecciones guiadas con una estructura más estricta pueden ofrecer el apoyo que necesitan para ofrecer clases de calidad. Los programas de audio de Tikichuela descritos en el capítulo 3, demuestran cómo estas lecciones guiadas pueden disminuir las diferencias en aprendizaje de los estudiantes que han estado expuestos a profesores con diferentes niveles de entrenamiento formal. Sin embargo, sin importar cuán guiadas sean estas lecciones, los profesores necesitan un apoyo práctico en sus salones de clase, materializado en docentes con más experiencia y habilidades que puedan hacer las veces de tutores. En los programas descritos en el capítulo 3, las tutorías por parte de los demás profesores fueron por mucho el elemento más apreciado del proceso de desarrollo profesional.

La adaptación de los profesores a estas nuevas prácticas de enseñanza, propuestas en este Resumen, puede presentar algunos desafíos iniciales. En los programas descritos en el capítulo 3 pudimos detectar tres áreas comunes de incomodidad.

Primero, muchos profesores temían perder el control del salón de clases. Percibían que las prácticas individuales y los grupos de trabajo eran menos organizados, debido a que los niños podían moverse más para explorar y discutir. Sin embargo, después de utilizar el nuevo enfoque por un tiempo, la mayoría de los profesores comenzó a apreciar estas nuevas técnicas pues maximizaban las posibilidades de productividad y la expansión del conocimiento en el largo plazo.

Segundo, las respuestas “incorrectas” alarmaron a diferentes profesores, y algunos de ellos no se sintieron cómodos con buscar las respuestas colectivamente. Sin embargo, los conceptos erróneos son oportunidades para enriquecer el diálogo entre los estudiantes. Los profesores efectivos, por lo tanto, deben estar atentos a la posible aparición de conceptos erróneos en matemáticas y ciencias – y estar preparados para enfrentarse a tales situaciones.

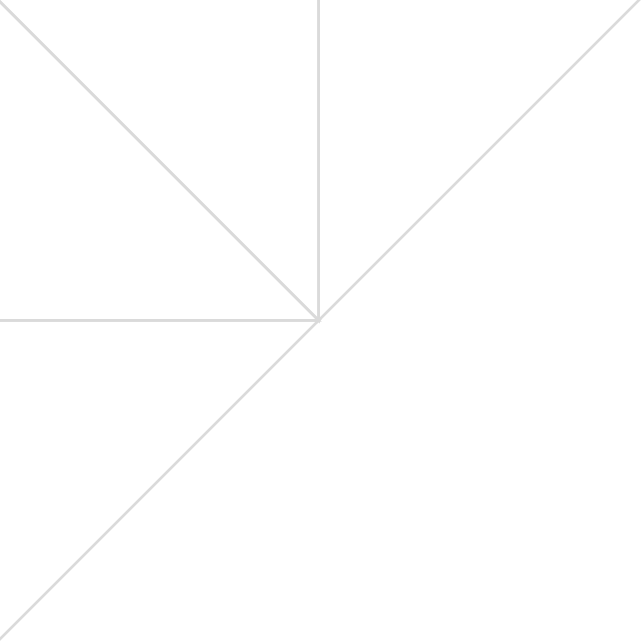
Tercero, algunos profesores estaban preocupados al principio porque

consideraban que las lecciones no cubrían suficiente contenido académico. Cubrir unos pocos temas no les parecía un uso productivo del tiempo y algunos de ellos tuvieron que lidiar con la idea de realizar una serie de investigaciones que tomaban varias sesiones. Sin embargo, si están diseñadas correctamente, tales investigaciones pueden alentar el pensamiento crítico y desarrollar un entendimiento más profundo de los materiales que están siendo cubiertos – ofreciendo una base sólida para lecciones futuras.

Las lecciones prácticas, con elementos de instrucción explícita, de matemáticas y ciencias, para los primeros grados, no requieren la inversión en equipos de alto precio. No se necesitan laboratorios científicos costosos para dar una educación en ciencias de calidad a los niños. Por el contrario, como lo sugirió el estudio piloto realizado en Argentina y presentado en el capítulo 3, es suficiente contar con juegos científicos sencillos para lograr calificaciones competitivas en comparación con las obtenidas por niños que han sido educados en salones con alta tecnología. De la misma forma, aunque las escuelas muy tecnológicas pueden facilitar la enseñanza en matemáticas, no son un punto necesario para contar con lecciones de calidad. En lugar de eso, como lo comentamos en el capítulo 3, las herramientas simples que pueden ser manipuladas por los estudiantes – como cañas y figuras geométricas – pueden ser de gran ayuda para la visualización de las relaciones matemáticas.

Finalmente, los sistemas escolares que aplican exitosamente las técnicas de aprendizaje práctico suelen hacer alianzas con organizaciones de investigación, negocios y grupos de la comunidad. Los científicos locales con frecuencia están dispuestos a prestarse como voluntarios para dar apoyo en las clases, en donde pueden servir como modelos de inspiración y pueden inculcar a los profesores y a los estudiantes el espíritu de la investigación. Los negocios e industrias locales pueden contribuir en la búsqueda de recursos, experticia y oportunidades de visitas de campo. Los padres, a su vez, pueden apoyar

el aprendizaje de los estudiantes en muchas formas, contribuyendo con materiales sencillos provenientes de sus casas, compartiendo contactos potenciales con los negocios e industrias locales, ofreciendo información sobre las experiencias de vida de los estudiantes, e inculcando las creencias y el interés por las matemáticas y las ciencias. Las relaciones exitosas entre estos socios refuerzan el reconocimiento de la importancia de las matemáticas y las ciencias en la comunidad.





2016

