



El camino hacia el éxito en matemáticas y ciencias: Desafíos y triunfos en Paraguay

Nuevos hallazgos del Banco Interamericano
de Desarrollo sobre el pensamiento crítico
en la educación pre-primaria y primaria

Emma Näslund-Hadley, Ernesto Martínez,
Armando Loera y Juan Manuel Hernández-Agramonte

Acerca de la División de Educación del BID

La educación es la clave del desarrollo y un requisito fundamental para lograr una verdadera igualdad de oportunidades. A través de su División de Educación, el BID trabaja asociado con 26 países de América Latina y el Caribe para conseguir que niños y jóvenes ejerzan su derecho a una educación de calidad, puedan desarrollar su potencial y revertir así el ciclo de pobreza. Por su importancia estratégica para América Latina y el Caribe, el Banco hace especial hincapié en una formación sólida en matemáticas y ciencias naturales, claves para reducir las desventajas que los niños de la región experimentan en su educación, cuando se la compara con otras zonas del mundo. En ese sentido, el Banco busca apoyar programas que introduzcan nuevos modelos pedagógicos y enfoques creativos para la enseñanza de estas asignaturas, que dejen atrás técnicas como la memorización y reproducción mecánica de conceptos y acompañen al aprendizaje de los niños en sus distintas etapas de desarrollo.

Para más información: <http://www.iadb.org/matematica>

Acerca de los autores

Emma Näslund-Hadley es especialista líder en educación en la División de Educación del BID.

Ernesto Martínez es especialista líder en educación de la Oficina del BID en Paraguay.

Armando Loera es consultor independiente en educación y autor de varios libros sobre investigación en video.

Juan Manuel Hernández-Agramonte es coordinador del proyecto en la empresa Innovations for Poverty Action en Paraguay.

Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Copyright © 2012 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

Las opiniones y los puntos de vista expresados en este informe corresponden a los autores y no necesariamente reflejan la posición oficial del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representan.

Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

El camino hacia el éxito en matemáticas y ciencias: desafíos y triunfos en Paraguay /

Emma Näslund-Hadley, Ernesto Martínez, Armando Loera, Juan Manuel Hernández-Agramonte.

p. cm.

Incluye referencias bibliográficas.

1. Science—Study and teaching—Paraguay. 2. Mathematics—Study and teaching—Paraguay.

I. Näslund-Hadley, Emma. II. Martínez, Ernesto. III. Loera, Armando. IV. Hernández-Agramonte, Juan Manuel. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Educación.

Editor: Steven B. Kennedy

Diseño gráfico: Laura C. Johnson (LJ Design) y Erik Wegner

Fotografía de escuelas Paraguayas: Emma Näslund-Hadley

Indicé

Prólogo	v
Abreviaturas	vi
Introducción	vii
Capítulo 1. Dentro de las aulas de matemáticas y ciencias de Paraguay	1
Los estudiantes paraguayos están quedándose atrás en matemáticas y ciencias	1
Las clases de matemáticas latinoamericanas son cajas negras	2
La grabación de videos a gran escala produce indicadores cuantitativos.....	3
Muestra de video del BID	4
El método cuenta	4
La importancia de los contenidos	8
Tiempo dedicado	14
Conclusiones y pasos a seguir.....	14
Capítulo 2. Logros rápidos, una realidad posible:	
Tikichuela, matemáticas en mi escuela	15
Aprendizaje de matemáticas en la primera infancia: ¿Qué nos dice la literatura?	16
Reducir vacíos pedagógicos y de contenido en los docentes.....	19
Escuelas piloto Tikichuela.....	19
Antes de Tikichuela: habilidades prematemáticas insuficientes en escolares y docentes por igual	20
Evaluación de Tikichuela.....	21
Cerrar brechas en los logros.....	22
Tikichuela está al nivel de otras iniciativas exitosas para matemáticas	24
Principales hallazgos y pasos futuros.....	24

Capítulo 3. Reflexiones e interrogantes	27
¿Cómo podemos lograr un aprendizaje activo y de experiencias prácticas en las aulas de matemáticas y ciencias de Paraguay?	28
¿De qué forma la enseñanza de matemáticas y ciencias en Paraguay puede estar más centrada en el alumno?.....	29
¿Cuáles son los materiales de aprendizaje que necesitan los docentes y los estudiantes para pasar a clases de matemáticas y ciencias con experiencias prácticas?	30
¿Qué pueden hacer las comunidades para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas y ciencias?	31
¿Cómo se pueden superar los importantes vacíos de contenido en los docentes paraguayos?.....	31
¿Cómo puede cerrarse la brecha de aprendizaje en matemáticas y ciencias?	32
¿Qué evaluamos cuando el aprendizaje ya no se centra en ejercicios repetitivos y memorización?	33
Anexo I. Diferencias entre escuelas Tikichuela y otras escuelas y estudiantes	34
Referencias	37
Otras publicaciones del BID de posible interés	39

Prólogo

El aprendizaje de matemáticas y ciencias constituye un paso fundamental para el éxito en la escuela y en la vida. Sin embargo, los estudiantes latinoamericanos están, en ambas áreas, por debajo de sus pares de los países más desarrollados. Los resultados del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA) muestran que los alumnos de la región están entre los de peor rendimiento. El panorama está mejorando, pero no lo suficientemente rápido. Si se mantiene la tasa de avance de la última década, América Latina demorará 21 años en alcanzar el promedio de matemáticas, y 42 años el de ciencia, de la prueba PISA de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Quedarnos de brazos cruzados no es una opción. Todos los niños de la región deben acceder a una educación en matemáticas y ciencias que les permita vivir vidas plenas y productivas. Las matemáticas y ciencias los ayudan a utilizar la lógica y a convertirse en seres pensantes independientes. Los niños que aprenden a pensar por sí mismos pueden resolver problemas políticos, económicos y sociales del mundo real.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) invierte en el desarrollo de modelos pedagógicos; en el fortalecimiento de prácticas pedagógicas y conocimientos docentes sobre matemáticas y ciencias; y en instrumentos de evaluación que puedan reflejar de manera adecuada los resultados y objetivos a los que aspiramos en la educación numérica. A nivel preescolar, el enfoque se centra en el desarrollo de destrezas matemáticas tempranas, entre otras, conteo, secuencias, fechas y formas. A nivel primario, el énfasis está en la lecto-escritura cuantitativa para ayudar a los alumnos de educación primaria a razonar cuantitativamente, y a que adquieran ciertas nociones del método científico y de los descubrimientos científicos. Para alcanzar mejoras medibles en el aprendizaje de los estudiantes, en el nivel secundario se hace foco en el desarrollo de habilidades numéricas duraderas que permitan la transición al mundo del trabajo o a estudios posteriores.

En Paraguay, durante los últimos tres años, el Ministerio de Educación y Cultura y el BID han participado juntos en el estudio de lo que sucede en la educación de matemáticas y ciencias en este país. Durante ese tiempo, hemos logrado desarrollar asociaciones relevantes con cientos de distritos escolares, y también con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y con la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). A través de la presente publicación esperamos sumar también a otros actores privados y no gubernamentales y a la comunidad de donantes para que participen para promover el aprendizaje de matemáticas y ciencias de todos los niños paraguayos.

Emiliana Vegas
Jefa de la División de Educación del BID

Abreviaturas

BMLK	Grandes matemáticas para niños pequeños (Big Math for Little Kids)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
MEC	Ministerio de Educación y Cultura de Paraguay
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OEI	Organización de Estados Iberoamericanos
PISA	Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (Programme for International Student Assessment)
SERCE	Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo
SNEPE	Sistema Nacional de Evaluación del Proceso Educativo
TIMSS	Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (Trends in International Mathematics and Science Study)

Introducción

Cuando los niños comienzan por primera vez la escuela, les fascinan las matemáticas y las ciencias. Quieren saber todo sobre el mundo que los rodea y no cesan de hacer preguntas científicas y matemáticas: ¿Adónde va el sol por las noches? ¿De qué tamaño es la Tierra? ¿Por qué a veces la luna parece que está rota? ¿Antes los dinosaurios vivían por mi casa? ¿Cuánta agua cabe en mi tina? No obstante, luego de tan solo algunos años en la escuela, esa fascinación suele desaparecer. Algunos estudios incluso concluyen que la falta de aprendizaje de matemáticas es una razón importante para la deserción escolar.

Como educadores y encargados de la formulación de políticas públicas, debemos preguntarnos ¿qué estamos haciendo mal? ¿Por qué nuestros estudiantes tienen tantos problemas para aprender matemáticas y ciencias? Y ¿por qué estas materias dejan de ser entretenidas luego de unos pocos años en la escuela? ¿Por qué el desempeño de los estudiantes latinoamericanos en estas materias es inferior al de los alumnos de otras regiones? ¿Cómo podemos revertir la situación?

El propósito de esta publicación es dar a conocer la reciente investigación que realizaron conjuntamente el Ministerio de Educación y Cultura del Paraguay (MEC) y el Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID) sobre la enseñanza de matemáticas y ciencias en Paraguay. Esperamos que los resultados que brindamos en esta presentación visual, sucinta y por momentos provocadora, con infografías e imágenes, fomente el debate sobre la enseñanza de matemáticas y ciencias en Paraguay y sirva como llamado a la acción.

El documento se divide en tres capítulos. El primero destaca algunas conclusiones de la investigación conjunta del MEC y el BID sobre lo que sucede dentro de las clases de matemáticas y ciencias en Paraguay y compara las prácticas y las herramientas didácticas con las utilizadas en países con mejor desempeño. La evaluación de las prácticas docentes en Paraguay es parte del Estudio de Video del BID que se realizó en aulas de matemáticas y ciencias en tres países para documentar, analizar y reflexionar sobre prácticas docentes. El segundo capítulo presenta los resultados del primer año de un experimento piloto de matemáticas inicial denominado “Tikichuela, matemáticas en mi escuela”, que busca aumentar el aprendizaje de los estudiantes y también la motivación y las destrezas de los docentes. El programa utiliza grabaciones de audio, juegos interactivos, canciones y actividades para mejorar los aprendizajes de matemáticas. El último capítulo recopila los resultados del estudio de video del BID y el piloto Tikichuela y extrae conclusiones y lecciones. Además, ofrece reflexiones y plantea interrogantes que esperamos impulsen un mayor diálogo, estudios adicionales, acciones concretas y un compromiso mayor hacia la enseñanza de matemáticas y ciencias.



Capítulo 1

Dentro de las aulas de matemáticas y ciencias de Paraguay

¿Qué sucede realmente dentro del aula de matemáticas en los países latinoamericanos? ¿Los docentes de los países con mejor rendimiento enseñan matemáticas y ciencias de manera distinta de los países con menor desempeño? Para explorar estos interrogantes, el BID visitó las aulas de matemáticas y ciencias en tres países: Paraguay, República Dominicana y el estado mexicano de Nuevo León. Con el fin de obtener indicadores cuantitativos sobre las prácticas docentes, empleamos la misma metodología utilizada para explicar las diferencias de puntaje entre Alemania, Australia, Estados Unidos, Hong Kong, Holanda, Japón y República Checa. Este capítulo expone algunos de los resultados que se obtuvieron en Paraguay, los contrasta con los de otros países y destaca aquellas prácticas para la enseñanza de ciencias y matemáticas que parecen ser más efectivas.

Los estudiantes paraguayos están quedándose atrás en matemáticas y ciencias

Paraguay no es una excepción en lo que respecta al bajo desempeño general en matemáticas y ciencias que se registra en los países latinoamericanos. Un gran número de graduados no van a adquirir los conocimientos y las destrezas suficientes para funcionar en la sociedad. De manera sistemática, los estudiantes paraguayos tienen un desempeño inferior al de sus pares en otras naciones de la región.

Tabla 1.1. Los datos del SERCE 2006 muestran que estudiantes paraguayos en matemática y ciencias se desempeñan por debajo del promedio de la región en matemáticas y ciencias (%)

Nivel de logros	3er grado		6to grado			
	Matemáticas		Matemáticas		Ciencias	
	ALC	Paraguay	ALC	Paraguay	ALC	Paraguay
Inferior a I	10,19	15,87	1,48	3,85	5,18	7,20
I	36,03	37,88	13,91	21,00	38,72	46,18
II	28,26	25,50	40,82	46,50	42,24	38,11
III	14,30	11,56	32,35	23,91	11,40	7,52
IV	11,23	9,20	11,44	4,74	2,46	0,99

Fuente: UNESCO-LLECE 2008.

Nota: ALC = América Latina y el Caribe.

Tabla 1.2. La evaluación nacional estandarizada (SNEPE) muestra que las competencias de los alumnos en matemáticas y ciencias son deficientes (%)

Nivel de logros	3er grado	6to grado	9no grado
Inferior a I	18,2	10,6	8,7
I	36,1	31,6	30,1
II	23,8	44,1	46,6
III	12,7	10,9	13,0
IV	9,2	2,8	1,7

Fuente: MEC 2010.

La Tabla 1.1 presenta un resumen de los resultados del Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE), realizado en 2006, que evaluó las habilidades en matemáticas y ciencias de los estudiantes de tercer y sexto grado en 16 países y territorios de América Latina y el Caribe. En Paraguay, más de la mitad de los alumnos de tercer grado no alcanzó el nivel II en matemáticas, es decir, no pueden resolver problemas simples de suma y multiplicación, extraer información de tablas o reconocer números decimales. Asimismo, un cuarto de los estudiantes de sexto grado no logró aprobar el nivel II, lo cual indica que no pudieron resolver problemas de multiplicación y división, sumas con fracciones o reconocer formas geométricas comunes. En ciencias, el rendimiento de estos mismos estudiantes es aún más preocupante: más de la mitad no alcanzó el nivel II, es decir no poseen las habilidades necesarias para organizar y comparar información o clasificar seres vivos en base a criterios predefinidos.

Los resultados de las evaluaciones nacionales confirman los datos obtenidos en el SERCE y generan la misma preocupación. En 2010, el Sistema Nacional de Evaluación del Proceso Educativo (SNEPE) reveló que, en promedio, los estudiantes no satisfacen los objetivos nacionales de competencias en matemáticas y ciencias establecidos por el MEC. Más de la mitad de los alumnos de tercer grado y alrededor del 40% de alumnos de sexto y noveno sólo alcanzaron el nivel de logro más básico en matemáticas (Tabla 1.2).

Las clases de matemáticas latinoamericanas son cajas negras

El bajo rendimiento general de los alumnos latinoamericanos en los exámenes internacionales de matemáticas se encuentra bien documentado (OCDE 2009; IEA 2007). Asimismo, es conocido que dentro de América Latina los estudiantes de algunos países se desempeñan mejor que sus pares de otras naciones (UNESCO-LLECE 2008). Algunas de estas diferencias en el aprendizaje pueden estar relacionadas con

las características de los docentes, los alumnos y las escuelas: los años de experiencia y el nivel educativo de los docentes, el entorno socioeconómico de los estudiantes y el estado de la infraestructura escolar (Levin y Lockheed 1993; UNESCO-LLECE 2008). Más allá de dichos factores, no se conoce en profundidad de qué manera las variaciones en el aprendizaje se relacionan con las diferencias en el abordaje pedagógico empleado en las aulas latinoamericanas. Paraguay no es la excepción: es evidente que los estudiantes no aprenden lo suficiente, pero no se sabe con certeza cuáles son las razones.

La grabación de videos a gran escala produce indicadores cuantitativos

Dado que se sabe muy poco acerca de cómo se dictan las clases de matemáticas y ciencias en las escuelas latinoamericanas, el BID decidió entrar en las aulas. El objetivo general fue ir más allá de los resultados de los exámenes para observar los procesos pedagógicos que explican los niveles de logros alcanzados. Nuestra intención era encontrar respuestas a interrogantes tales como: ¿De qué manera se abordan dentro del aula el pensamiento científico-matemático y la resolución de problemas? ¿Cómo influye en la instrucción el conocimiento que tiene el docente de los contenidos? ¿De qué manera los maestros inspiran a sus estudiantes a aprender y pensar en matemáticas y ciencias? ¿Qué papel desempeña en la instrucción el aprendizaje basado en la indagación? Con la filmación de las lecciones de sexto grado nos propusimos identificar las diferencias existentes en las prácticas pedagógicas entre tres países. Se seleccionaron tres naciones, dos con el rendimiento más bajo en la evaluación comparativa regional, SERCE (Paraguay y la República Dominicana) y uno de los que mejor se desempeñó (el estado mexicano de Nuevo León). En 2010, filmamos las clases de matemáticas y ciencias en 291 escuelas en esos tres países. Este estudio es la primera evaluación sistemática a gran escala de los procesos pedagógicos aplicados en las clases de matemáticas y ciencias en Paraguay.

En concordancia con el conocido Estudio de Video TIMSS de 1995 y 1999, que registró las aulas de octavo grado de Alemania, Australia, Estados Unidos, Hong Kong, Holanda, Japón y la República Checa, se filmó a cada docente una vez (Stigler y otros 1999). Estos resultados no se pueden utilizar para extraer conclusiones confiables sobre cada maestro a nivel individual, debido al reducido tiempo de observación y porque el hecho de ser filmado posiblemente haya incentivado al docente a dictar una clase mejor del usual y, al mismo tiempo, haya provocado cierta ansiedad que puede afectar la enseñanza. No obstante, como han demostrado claramente los Estudios de Video TIMSS, la observación de lo que sucede en la clase puede ayudar a identificar prácticas, rutinas y discursos compartidos en un sistema educativo (Stigler y otros 1999). Algunas de esas prácticas en el salón de clase compartidas constituyen fortalezas que pueden servir de base para el futuro. Otras, puede que no sean conducentes para el aprendizaje o, incluso, pueden obstaculizarlo. Cada lección fue grabada con dos cámaras de video: una que filmaba al docente y otra, a los estudiantes.

El análisis se realizó mediante un instrumento de codificación denominado Videograph, que permite a los investigadores cuantificar la existencia de diversas actividades en el aula y crear un espectro de 150 indicadores precisos. El Videograph permite enlazar videos de manera que en la codificación sean consideradas simultáneamente las grabaciones del docente y de los estudiantes. La

Es probable que no podamos ver algunas de las características más representativas de la enseñanza en nuestra cultura debido a que damos por sentado que así son las cosas. La comparación intercultural es una poderosa herramienta para revelar prácticas que están presentes pero pasan inadvertidas.

—Stigler, Gallimore y Hiebert 2000

tarea de codificación requirió un año, con la participación de un grupo de once expertos en pedagogía y once expertos en las diferentes materias que trabajaron en las prácticas didácticas de 594 clases de matemáticas y ciencias. Revisaron un total de 2489 problemas matemáticos, 192 variables relacionadas a las lecciones de ciencias y 210 a las de matemáticas en un total de 504 horas de clase. A fin de garantizar su confiabilidad, los expertos codificaron la totalidad de las lecciones dos veces. Este trabajo se complementó con encuestas a 371 docentes y a 296 directores.

Muestra de video del BID

Para poder brindar una idea clara de la enseñanza de matemáticas y ciencias en Paraguay, República Dominicana y el estado mexicano de Nuevo León, se necesitaban muestras que pudieran considerarse ilustrativas de cada país. Con las muestras nacionales del SERCE 2006 de los tres países como punto de partida, para el muestreo aplicamos el mismo procedimiento y tamaño de muestra del Estudio de Video TIMSS de 1999. De manera aleatoria establecimos una submuestra de 100 escuelas de cada país, que abarcaba el 70% de la muestra original. Luego, seleccionamos de manera aleatoria una clase de ciencias y una de matemáticas de cada escuela. Por tratarse de submuestras, nuestras muestras nacionales no son estadísticamente representativas. No obstante, como se demostró en los Estudios de Video TIMSS, su tamaño es suficientemente grande como para detectar algunos patrones de enseñanza de importancia culturalmente específicos.

El desglose de las escuelas y los docentes de nuestra muestra refleja la distribución general en Paraguay. La mayoría de las escuelas fueron urbanas (59%) y el resto, rurales (41%). En relación a la gestión, el 88% son escuelas públicas, el 6% son privadas que pertenecen a congregaciones religiosas, y el otro 6% son privadas administradas por otros grupos. Solo un quinto de los docentes tenía estudios universitarios, y como era de esperar, trabajaban en escuelas con niveles de logros más altos en el SERCE, tanto en matemáticas como en ciencias. Asimismo, observamos una fuerte correlación entre el nivel de logros de los estudiantes y la cantidad de cursos de capacitación en matemáticas y ciencias a los que asistieron los docentes.

En nuestra muestra hay un leve sesgo hacia escuelas con puntajes SERCE más altos. En sexto grado, el puntaje promedio en los exámenes de matemáticas del SERCE fue de 473,8, en tanto que el de ciencias fue de 471,01, valores apenas superiores a los promedios nacionales de 468,3 y 469,26, respectivamente (UNESCO 2008). Tal como se esperaba, las tendencias generales de nuestra muestra concuerdan con aquellas observadas en los puntajes de los exámenes nacionales y del SERCE. Las escuelas urbanas tienen un mejor desempeño que las rurales, y los establecimientos privados obtienen puntajes más altos que los públicos.

El método cuenta

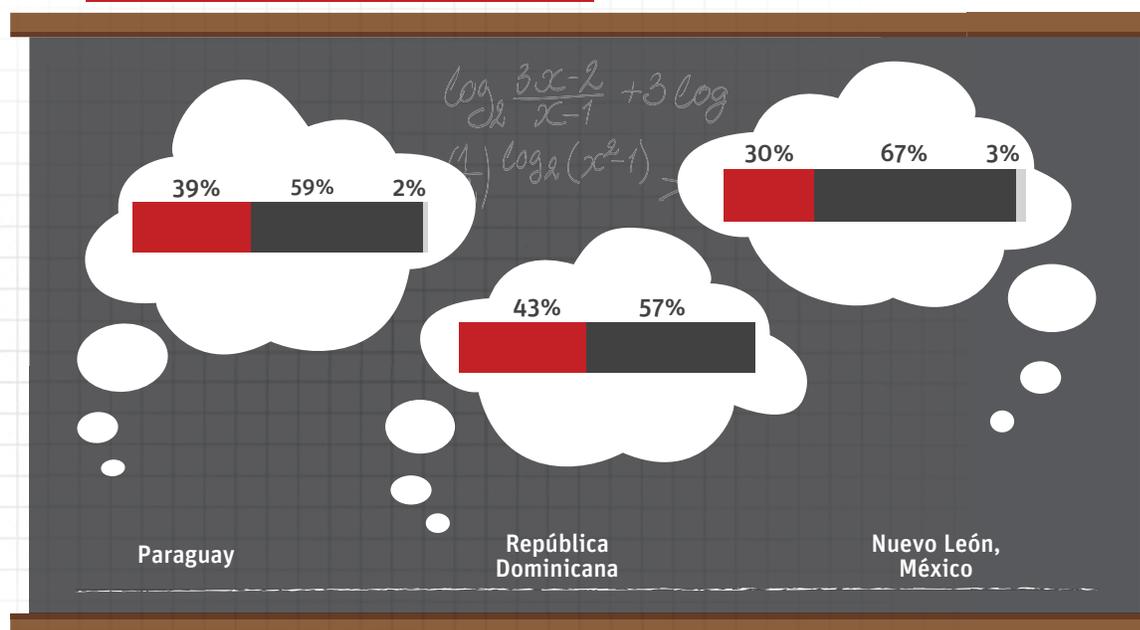
El debate entre la comprensión procedimental o conceptual de matemáticas lleva décadas (Skemp 1987). Se dice que un estudiante tiene comprensión procedimental cuando conoce el proceso matemático para obtener la respuesta correcta sin comprender el método utilizado. Es posible que haya memorizado la fórmula para calcular el área, que sepa cómo colocar los números en el lugar correcto, pero no puede interpretar el significado físico de esa área. Por el contrario, el alumno que ha desarrollado

la comprensión conceptual resuelve el problema y comprende por qué funciona el proceso. Mientras que algunos expertos sostienen que el manejo de algunas operaciones rutinarias constituye la base necesaria para avanzar hacia la solución de problemas más complejos, otros han observado que la memorización inicial de fórmulas impide el logro de un aprendizaje significativo posterior (Pesek y Kirshner 2000; Zacharos 2006). Si bien se requieren más investigación, se puede concluir con certeza que un enfoque exclusivo en el aprendizaje por repetición impedirá el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. También debe reconocerse, no obstante, que se necesitan algunas operaciones de cálculo rutinarias para dominar las tablas de multiplicación y las operaciones de restas frecuentes.

Los docentes muestreados en Paraguay se apoyan fuertemente en la exposición y repetición de los procedimientos matemáticos, generalmente combinados con ejercicios de repetición mecánica, práctica y memorización de conceptos. Los observadores del BID determinaron que los estudiantes dedicaron el 39% del tiempo de clase a operaciones de cálculo rutinarias y a la incorporación de números en fórmulas (Gráfico 1.1). La mayor parte del tiempo restante (59%) copiaron del pizarrón y realizaron ejercicios de repetición mecánica, práctica y memorización de conceptos matemáticos. Solamente el 2% del tiempo efectivo de clases se abocó a actividades que requieren destrezas de pensamiento crítico. Estas observaciones muestran que se privilegia de manera casi exclusiva el desarrollo de la comprensión procedimental, enfoque muy diferente del que se observó en las aulas de octavo grado de los países con alto desempeño académico de los Estudios de Video TIMSS. En Japón, los alumnos destinaron el 44% del tiempo de clase efectivo a inventar soluciones nuevas y sólo el 15% a aplicar conceptos.

Gráfico 1.1. Proporción del tiempo de clase dedicado a distintos tipos de pensamiento matemático (%)

- Invencción de soluciones
- Aplicación de conceptos
- Práctica de procedimientos rutinarios

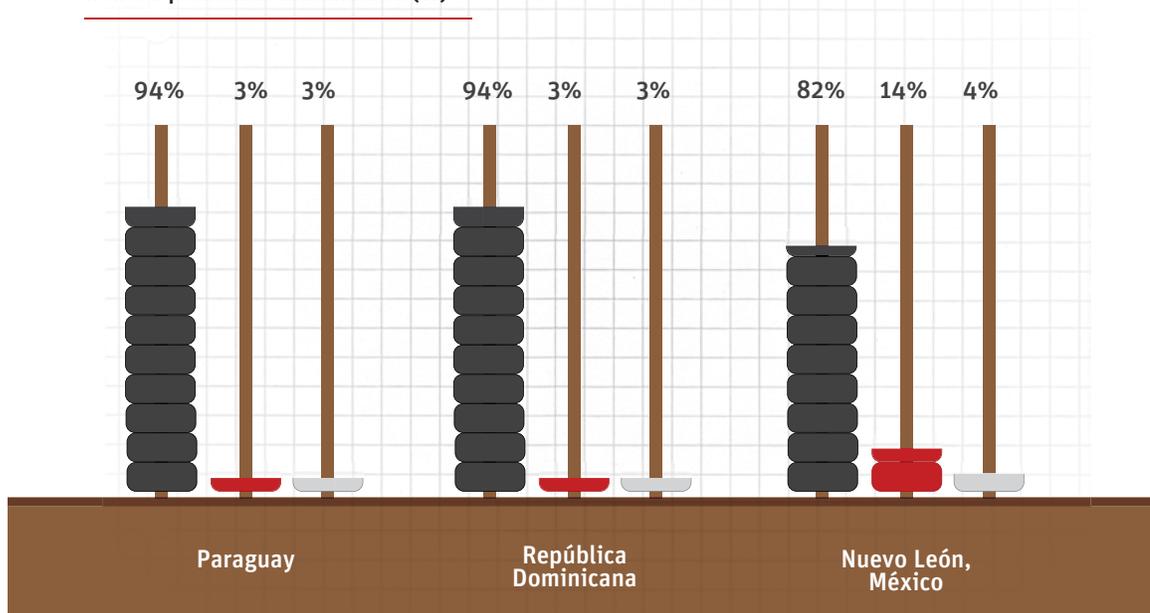


Para el desarrollo de una comprensión conceptual de las matemáticas, es ampliamente reconocida la importancia que tiene la identificación de métodos alternativos de resolución de problemas (NCTM 2000; Hiebert y otros 1997). Sin embargo, fueron pocas las clases analizadas por el equipo del BID donde los estudiantes o los docentes consideraron soluciones alternativas (Gráfico 1.2). Al hacer el mismo análisis sobre la base del total de los problemas matemáticos, la situación es aún más desalentadora: solo en la resolución del 3%, los docentes o los estudiantes consideraron métodos de soluciones alternativas. En contraste, en el Estudio Video TIMSS (si bien los alumnos estaban cursando el octavo grado), resulta claro que los docentes de Japón se distinguen por alentar a sus alumnos a identificar métodos de solución alternativos frente a problemas matemáticos, en el 42% de las clases (y 17% de todos los problemas).

En estrecha relación con el debate acerca de la comprensión numérica procedimental frente a la conceptual, se presenta la discusión sobre el enfoque pedagógico dirigido por el docente y el centrado en el alumno. Si bien se requieren investigaciones adicionales para definir cuál es el grado de indagación que resulta más efectivo, existe un número considerable de estudios que respaldan el valor de la aplicación de al menos cierto grado de aprendizaje basado en la indagación (véase, por ejemplo, Lowery 1998; Healy 1990). Especialmente en la educación de ciencias, es ampliamente reconocida la importancia crítica de las prácticas basadas en la indagación para el desarrollo de destrezas de pensamiento científico (Marzano, Pickering y Pollack 2001). En los Estudios de Video TIMSS se utilizó un amplio espectro de indicadores destinados a evaluar el nivel de indagación utilizada en la instrucción de ciencias. Un indicador particularmente interesante nos permite codificar las lecciones según el método

Gráfico 1.2. Lecciones de matemáticas en las cuales estudiantes y docentes plantean soluciones alternativas frente a problemas matemáticos (%)

- No se consideran soluciones alternativas
- Los alumnos presentan soluciones alternativas
- El docente presenta soluciones alternativas



Cuadro 1.1. Una clase de matemáticas típica en Paraguay

Un docente de Paraguay comienza su clase de matemáticas de sexto grado pidiendo a los estudiantes que lean al unísono la definición del término porcentaje. Sin conversar sobre el significado de lo que han terminado de leer, el docente pide a un alumno que lea en el pizarrón un problema que involucra proporciones. El docente resuelve el problema demostrando el procedimiento para calcular un valor porcentual y pide a los estudiantes que lo copien en sus cuadernos. Luego, pide a los alumnos que resuelvan el mismo problema con diferentes valores numéricos. La clase termina sin que el docente ni el grupo reflexionen sobre el tema que acaban de ver.

empleado para desarrollar el contenido científico: asociación de ideas, experiencias, patrones y explicaciones o por adquisición de hechos, definiciones y algoritmos. La variación observada entre los siete países participantes en los Estudios de Video TIMSS es muy amplia: desde alumnos japoneses, que ocupaban el 72% de sus clases de ciencia realizando asociaciones, hasta los holandeses con el 27% (1999). Mientras en Nuevo León, México, las lecciones de ciencia eran similares a las de Holanda en este sentido, en Paraguay y en la República Dominicana se concentraban de manera casi exclusiva en ejercicios de repetición mecánica y práctica de hechos, definiciones y algoritmos (Gráfico 1.3).

En las actividades de clase que filmamos, los estudiantes memorizaban conceptos científicos y la historia de la ciencia, en lugar de hacer trabajo científico. En Paraguay, sólo un tercio del tiempo dedicado a la instrucción en ciencias estaba relacionado con actividades prácticas o con conversaciones acerca de esas actividades (Gráfico 1.4). Casi la totalidad de este trabajo práctico estaba a cargo del docente al frente del aula, quedando así limitadas las oportunidades para que los estudiantes realicen experiencias prácticas por sí mismos. Solamente el 6% del tiempo de instrucción se ocupó en actividades prácticas en forma individual o en grupo.

Las escasas lecciones donde se realizaron trabajos prácticos de manera independiente se limitaron a la verificación de conocimientos. Por ejemplo, en lugar de pedir a los estudiantes que elaboren predicciones acerca de la densidad y la masa de diferentes materiales y diseñar experimentos para evaluar esas predicciones, el docente dice a sus estudiantes que el cobre es más denso que el aluminio y luego los guía para que lo confirmen. Dos tercios de los experimentos prácticos en Paraguay son de este tipo. Solamente en el 6% de las clases los estudiantes realmente exploran un elemento de investigación en forma independiente. La situación en la República Dominicana no es muy diferente (7%) y en el estado de Nuevo León apenas se percibe una mejoría (11%).



Cuadro 1.2. Una clase de ciencias típica en Paraguay

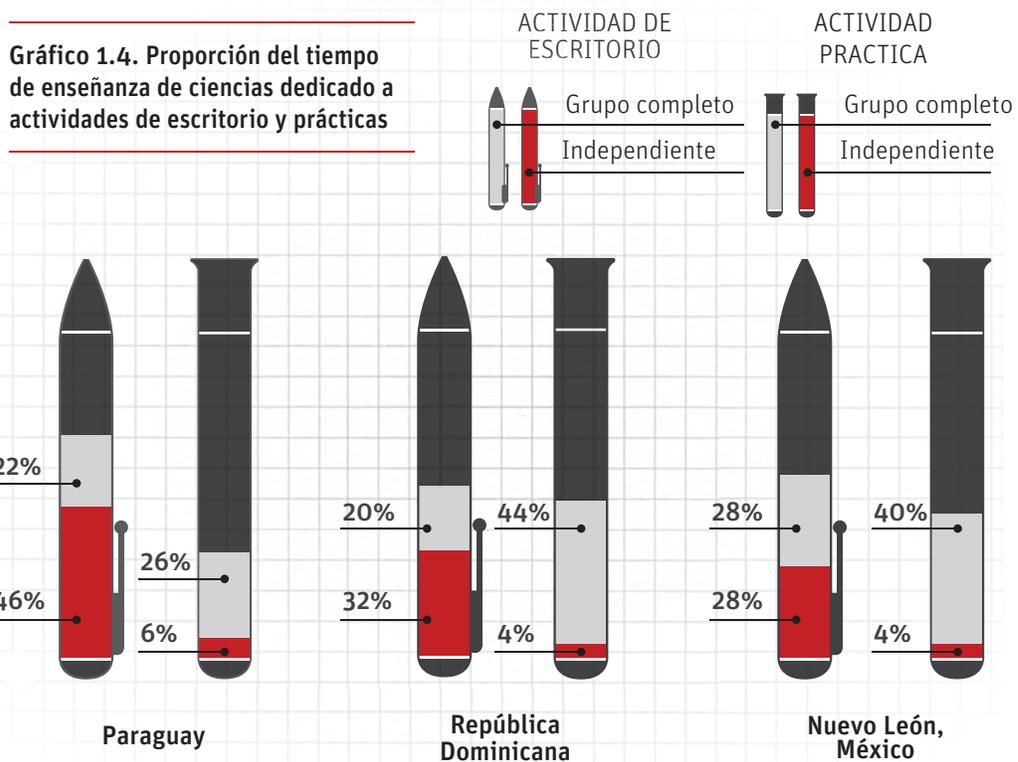
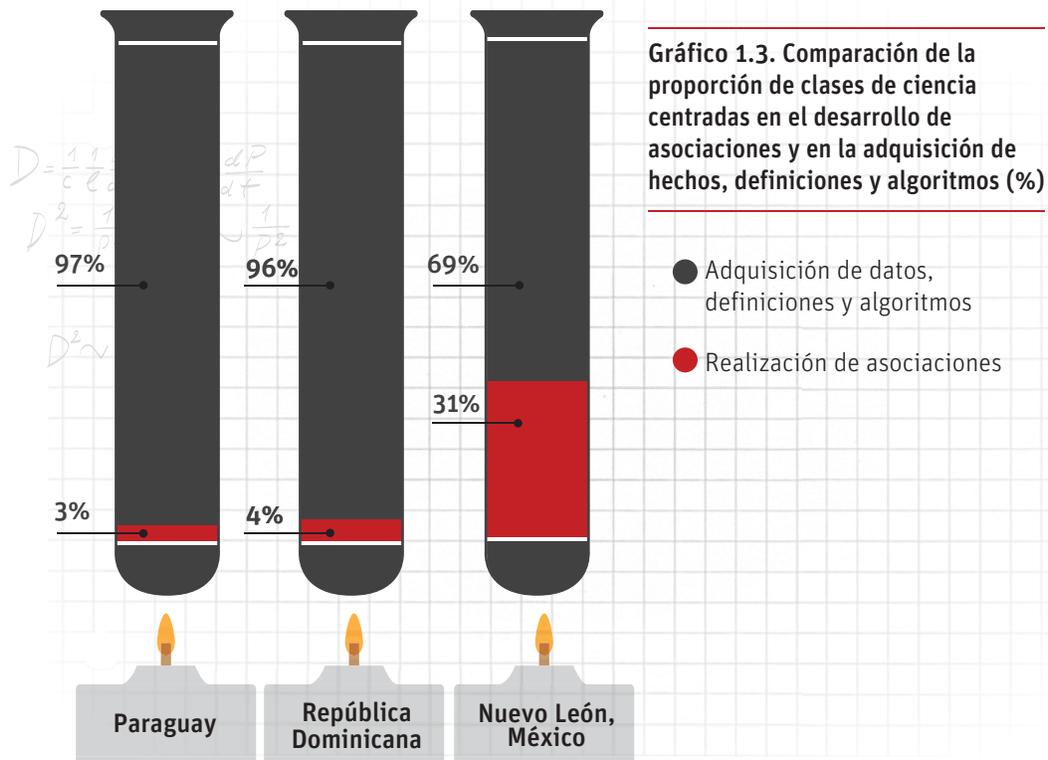
Sentados en hileras, treinta y dos estudiantes de sexto grado escuchan una breve explicación de su maestra sobre los diferentes estados físicos de la materia (sólido, líquido y gaseoso) y la manera en que cambian de uno a otro por la acción del calor o del frío. A medida que desarrolla el tema, la maestra señala la información que escribió antes de la clase en el pizarrón y los estudiantes la copian en sus cuadernos. Luego, comienza a calentar agua en una hornilla eléctrica y mientras todos esperan, los estudiantes comienzan a inquietarse y a perder el interés. Ella les llama la atención y, después, les pregunta qué es lo que se está acumulando en la tapa. Uno de ellos responde: “¡vapor!” La maestra asiente y pide que digan cómo se llama el proceso por el cual el agua se evapora y se convierte en gas. Mientras plantea la interrogante, señala al pizarrón, pero nadie le contesta. Luego, pregunta otra vez: “¿cómo se llama la formación del gas?” Un estudiante afirma: “¡evaporación!” La maestra aprueba la respuesta y les pide que copien del pizarrón tres preguntas relacionadas. Durante el resto de la clase, trabajan individualmente en sus escritorios respondiendo el cuestionario y, cuando finalizan, la maestra revisa los cuadernos. Los que ya terminaron esperan sentados hasta que todos hayan completado sus trabajos. Se repiten los llamados de atención y finaliza la clase.

Las conexiones con la vida real de los alumnos son escasas. En Paraguay, durante los segmentos dedicados a las exposiciones ante el grupo en el 38% de las clases de ciencias¹ se hicieron asociaciones con aspectos de la vida diaria de los estudiantes, relacionando conceptos científicos con la vida cotidiana o considerando motivos para estudiar ciencias. La proporción de lecciones en las cuales se realizaron estas asociaciones fue levemente inferior en la República Dominicana (30%) y en el estado mexicano de Nuevo León (26%). No obstante, el tiempo efectivo dedicado a los aspectos de la vida real fue muy limitado: 2% de las exposiciones ante el grupo en la República Dominicana y Paraguay y 3% en Nuevo León. En los países que participaron en los Estudios de Video TIMSS, estos enlaces con la vida diaria de los alumnos se produjeron, en promedio, en el 74% de las lecciones, lo que ocupó el 13% de las exposiciones ante el grupo.

La importancia de los contenidos

Los estudios TIMSS evaluaron las oportunidades de los alumnos para aprender contenidos de matemáticas y ciencias durante las clases. Si los estudiantes tenían por lo menos una oportunidad para estudiar contenidos de ciencias – a partir de un libro, del docente o desde otra fuente – se categorizó que habían tenido una oportunidad de aprender contenidos científicos (1999). En contraste con los países de los Estudios de Video TIMSS – donde el 90% de las clases brindaron la oportunidad de aprender contenidos de ciencias- el promedio en América Latina fue 44%. Es decir, alrededor de dos tercios de las lecciones

1. Este indicador no fue codificado para el tiempo de trabajo independiente, dado que los temas pueden ser diferentes para cada alumno.

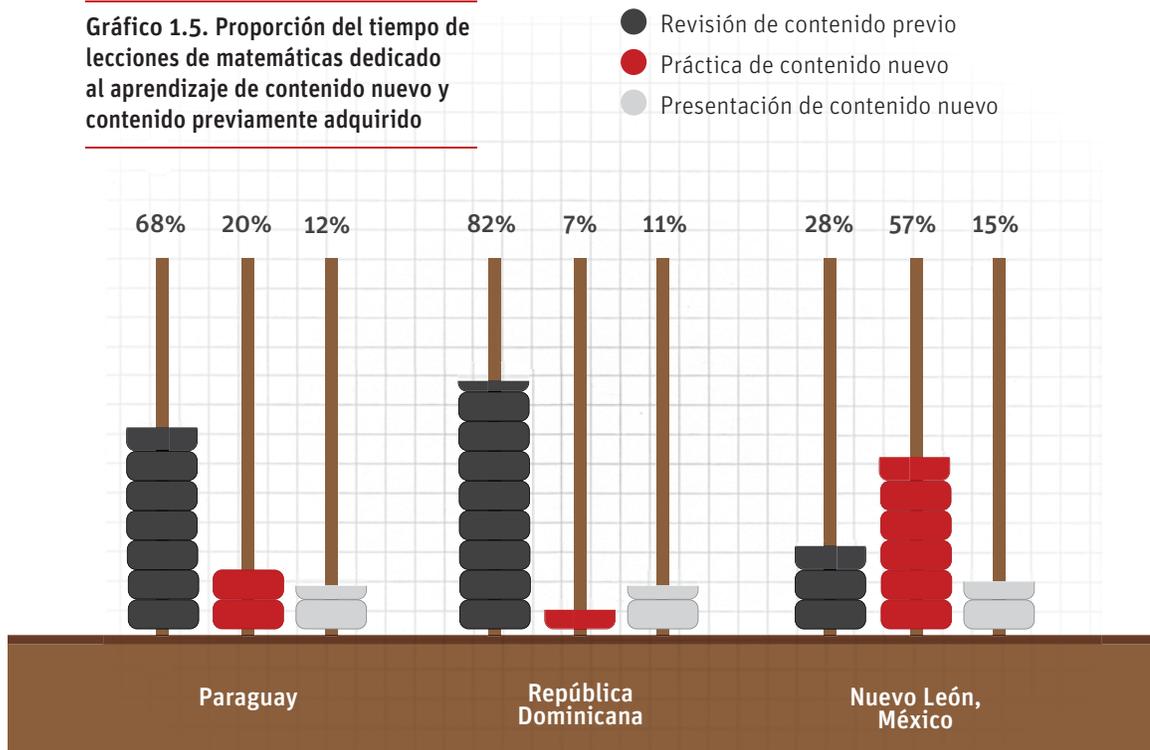


carecían de dichos contenidos. En estas clases, en cambio, con frecuencia se privilegiaron los procedimientos sin ningún enlace con los contenidos.

En matemáticas se emplearon varios indicadores para evaluar las oportunidades para el aprendizaje de contenidos del área. Uno particularmente interesante pretendía determinar si la lección introducía o practicaba contenidos nuevos, o se limitaba a revisar lo aprendido. El Estudio de Video TIMSS puso en evidencia que las clases del octavo grado en los países de alto rendimiento académico, tales como Hong Kong y Japón, dedicaban a los contenidos nuevos una cantidad de tiempo de clase cercana al 80%. En Paraguay y en la República Dominicana, el tiempo destinado a la presentación o práctica de contenidos nuevos fue considerablemente menor (32 y 18%, respectivamente; Gráfico 1.5). Solamente en el estado de Nuevo León, México, los alumnos realmente ocuparon la mayor parte del tiempo en el trabajo con contenidos que, al menos en parte, no habían visto en clases anteriores, escuchando las presentaciones del docente, mediante discusiones de grupo o resolviendo problemas.

El grado de complejidad de los problemas se puede medir según la complejidad de los pasos necesarios para su resolución. Con el propósito de realizar esta medición, el Estudio de Video TIMSS (1999) empleó un sistema de clasificación por el cual se dividieron los problemas en tres grupos. En primer lugar, se definieron como problemas matemáticos de menor complejidad los que no implican la resolución de sub-problemas y exigen al estudiante tomar pocas decisiones. Los problemas de complejidad moderada

Gráfico 1.5. Proporción del tiempo de lecciones de matemáticas dedicado al aprendizaje de contenido nuevo y contenido previamente adquirido



exigen a los alumnos tomar más de cuatro decisiones y también pueden demandar la solución de un sub-problema. Finalmente, los de alta complejidad requieren que el estudiante adopte al menos cuatro decisiones y resuelva como mínimo dos sub-problemas.

De un total de 401 problemas matemáticos analizados en Paraguay, una vasta mayoría eran de geometría (51%) y numéricos (43%). Sólo el 3% exigía el empleo de estadísticas y el 1% era problemas de álgebra. El grado de complejidad procedimental de los problemas era en general bajo (76%). Sin embargo, en comparación con la República Dominicana y Nuevo León fue superior (Gráfico 1.6). En contraste, la prevalencia de problemas matemáticos complejos fue mayor en el Estudio de Video TIMSS de 1999 de siete países de rendimiento académico relativamente alto (aproximadamente 40%). Más del 80% de los problemas matemáticos abordados en las aulas del Japón eran complejos.

Para evaluar la dificultad de los contenidos de ciencias, el Estudio de Video TIMSS de 1999 realizó una clasificación según el reto que planteaban a los estudiantes. Se consideraron como difíciles las ideas que superaban estándares y metas del currículo para ese grado. Por otro lado, se definieron como ideas básicas las que se situaban por debajo de los previstos para sexto grado. La complejidad de los contenidos de ciencias en Paraguay concuerda con los estándares del currículo para ese grado. Solamente el 9% de las lecciones de ciencias incluía algún contenido que superaba el nivel correspondiente (Gráfico

Gráfico 1.6. Complejidad de los problemas matemáticos abordados (%)

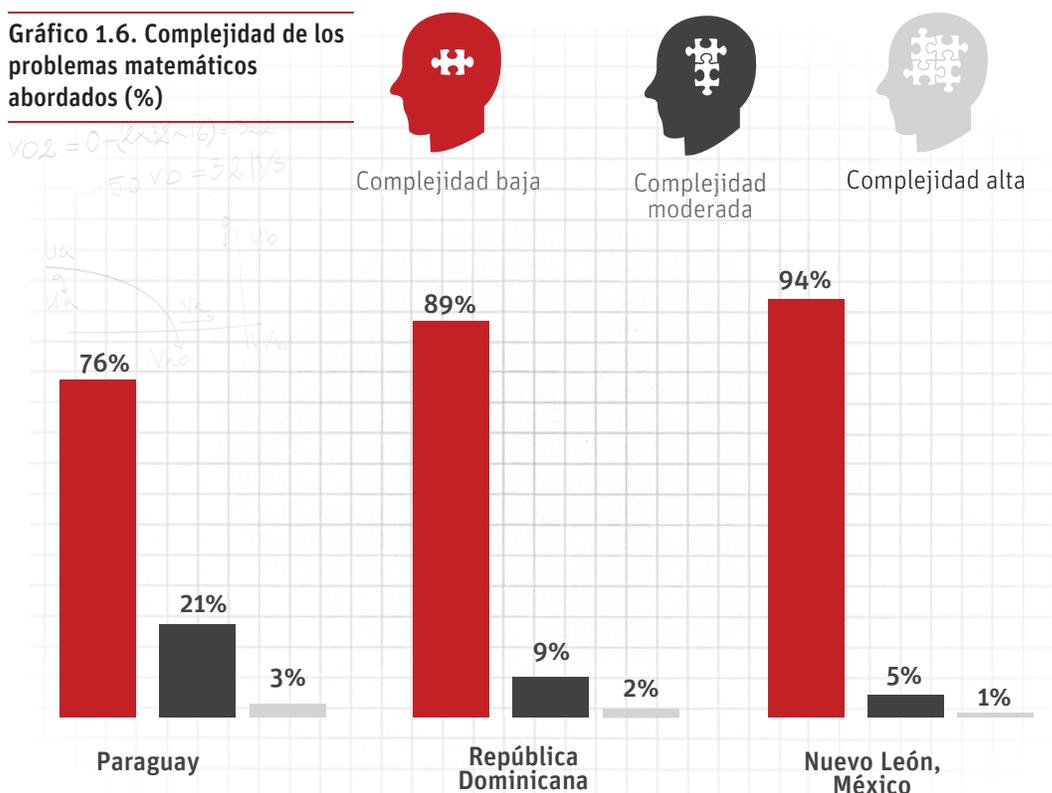
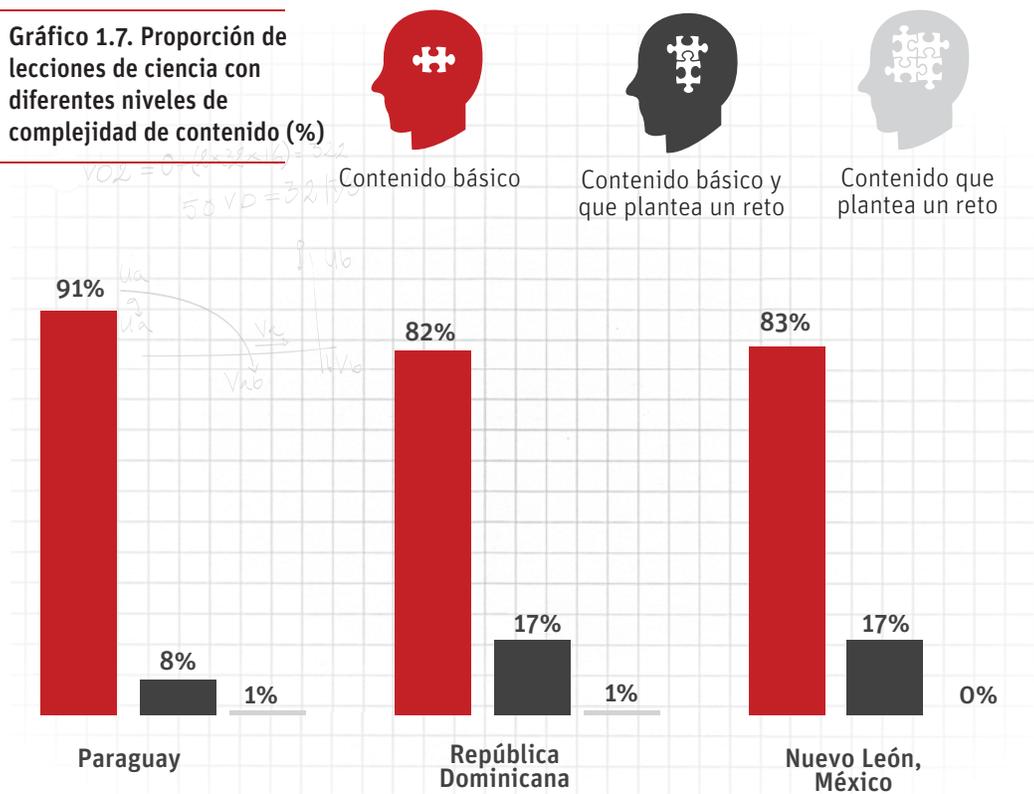


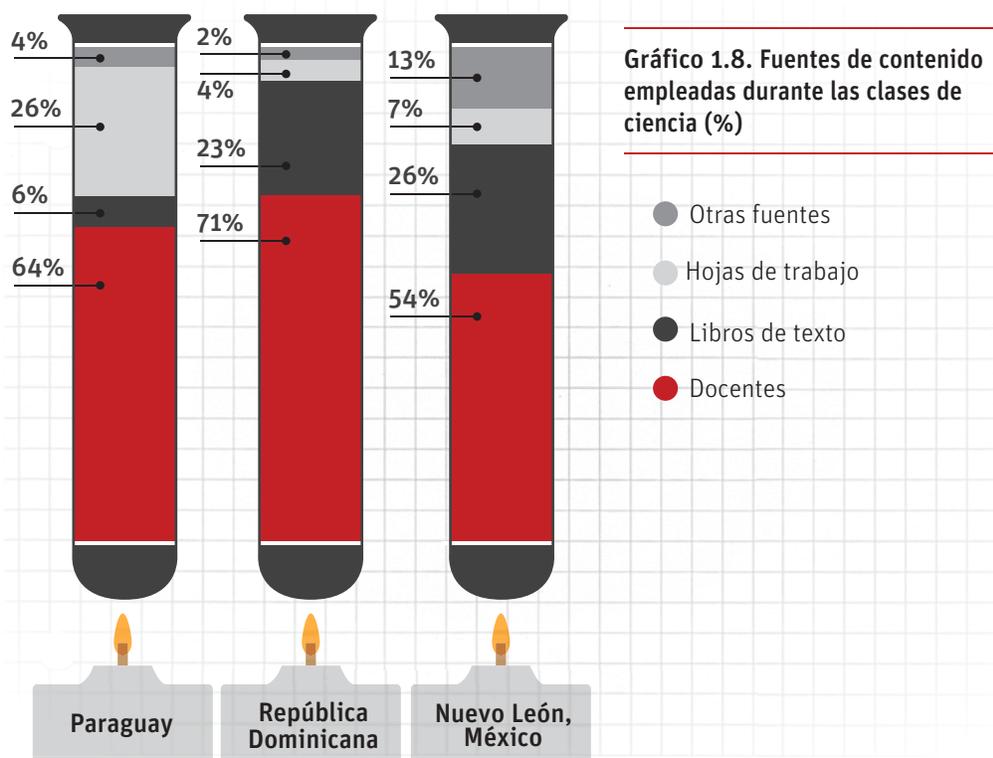
Gráfico 1.7. Proporción de lecciones de ciencia con diferentes niveles de complejidad de contenido (%)



1.7). En la República Dominicana y Nuevo León, la proporción de clases que incluía algún desafío en el contenido fue mayor (17%). Al igual que en el caso de matemáticas, el contenido de ciencias en las aulas de octavo grado del Estudio de Video TIMSS fue más complejo porque abarcó una mayoría de segmentos de ciencias que superaban el nivel del grado.

Las fuentes de contenido empleadas son importantes porque pueden ayudar a determinar la organización de las lecciones. Si se dispone de libros de texto, pueden ser de utilidad para armar la estructura de una clase. Cuando se cuenta con muchas fuentes, el docente puede asumir el papel de facilitador del aprendizaje, tal como se observó en las clases de ciencias de octavo grado en Japón, en el estudio de Video TIMSS de 1999, donde el docente actuó como fuente de contenido solo el 22% del tiempo. Por el contrario, en Paraguay, la principal fuente de contenido de ciencias fue el docente (64%) o las hojas de trabajo (26%) (Gráfico 1.8). Los libros de texto se utilizaron solamente en el 6% de las clases. En matemáticas tuvieron mayor predominio los libros de texto (42%).

En vista del papel central del docente en la provisión de contenidos de ciencia, resulta lamentable que el estudio observara frecuentes vacíos de contenido en los conocimientos de los maestros. De un total de 100 clases de ciencias en Paraguay, el docente cometió como mínimo un error en 59



clases. La gran mayoría fue de índole conceptual: desde la afirmación de que la luz solar provoca la rotación del planeta tierra y la confusión sobre la diferencia entre eclipses y fases de la luna, hasta la errónea denominación de las distintas partes del cuerpo humano y de las plantas. Las equivocaciones conceptuales fueron frecuentes particularmente en el área de salud reproductiva, donde se observaron explicaciones desacertadas sobre el modo de transmisión de las enfermedades y el funcionamiento del sistema reproductivo. Algunos errores reflejaron estereotipos de género, como en el caso de una clase donde se enseñó a los estudiantes que el consumo de drogas y alcohol por parte de los varones produce la gestación de niñas. En los demás casos, los errores fueron del tipo procedimental (como la omisión o ejecución de pasos en el orden equivocado al trabajar con datos o realizar experimentos) o fácticos, como por ejemplo la atribución de un descubrimiento científico histórico a quien no es realmente su autor. En más del 90% de los casos, tanto ni los estudiantes ni los docentes advirtieron el error. Allí donde algún estudiante intentó corregir la equivocación, el docente generalmente insistió en su afirmación y perdió la oportunidad de explorar el tema junto con los estudiantes. Igualmente preocupante resulta la observación que en el 48% de las ocasiones en que los estudiantes cometieron errores, los docentes omitieron corregirlos o guiarlos para descubrirlos.

Tiempo dedicado

El tiempo dedicado a una tarea ha sido objeto de investigación durante casi medio siglo, y si bien el tiempo en sí mismo no es determinante, constituye un componente necesario para el aprendizaje (Carroll 1963; Silva 2012). En consecuencia, la cantidad de tiempo es un elemento que debe tomarse en consideración. La duración promedio de las lecciones de ciencias para sexto grado en Paraguay fue similar a las de octavo grado analizadas por el Estudio de Video TIMSS (aproximadamente 45 minutos). Por su parte, la clase de matemáticas fue 13 minutos más larga que el promedio del Estudio de Video TIMSS (59 contra 46 minutos). Sin embargo, las interrupciones no relacionadas con las lecciones fueron más comunes en los países latinoamericanos. En Paraguay, el 36% de las clases de matemáticas y el 31% de las de ciencias sufrieron interrupciones debido a al menos una actividad no relacionada (tales como merienda, oración o control de asistencia), en comparación con el promedio del 10% para matemáticas y del 4% para ciencias en aulas de octavo grado, observado en el Estudio de Video TIMSS. Consecuentemente, el tiempo dedicado a la tarea, en Paraguay, se vio reducido, en promedio, en cinco minutos en matemáticas y en más de siete en ciencias. El Estudio de Video TIMSS reveló que las interrupciones fueron mucho menos frecuentes en los sistemas de educación con altos niveles de logros, por ejemplo Japón, Hong Kong y Alemania. En particular, en las clases de matemáticas de octavo grado en Japón el número de interrupciones documentadas fue cero.

Conclusiones y pasos a seguir

En este estudio, desplazamos la atención de las características y atributos del docente y nos concentramos en el modo en que dicta la clase. Nuestras observaciones abren una valiosa ventana para ver qué sucede dentro del aula de matemáticas y ciencias en Paraguay. Los resultados son bastante preocupantes dado que predominan la repetición mecánica, práctica y memorización. Muy pocos docentes buscan apartarse de la memorización de hechos y fórmulas y de la simple comprensión procedimental, para hacer participar activamente a sus estudiantes en tareas que permitan dotarlos de destrezas de pensamiento crítico y analítico.

Los estudiantes de Nuevo León, México, tienden a rendir más en las pruebas SERCE que los alumnos de Paraguay y de la República Dominicana. Ello puede deberse a diferencias en las prácticas de instrucción. Aún cuando en los tres países se enfatiza la repetición mecánica y memorización, en la República Dominicana y en Paraguay esas rutinas son incluso más frecuentes. En estos países los alumnos no reciben muchos estímulos, más allá de la solución elemental de problemas. Los estudiantes en Nuevo León, México, además tuvieron más oportunidades de entrar en contacto con algunos contenidos nuevos, lo cual supuestamente puede haber estimulado su interés y su grado de participación en la materia. Por último, el papel del docente como transmisor del conocimiento, en lugar de facilitador del descubrimiento por parte del estudiante, fue aún más pronunciado en Paraguay y la República Dominicana que en este estado de México.

Creemos que si podemos visualizar la enseñanza tal cual ocurre en las aulas de matemáticas y ciencias de Paraguay, los educadores y quienes tienen a su cargo la toma de decisiones podrán definir medidas políticas que puedan modificar las prácticas docentes con el fin de aumentar las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes en estas dos áreas. Mediante una comprensión más completa de lo que está sucediendo en la clase de matemáticas y ciencias, también pretendemos estimular un mayor diálogo y más investigaciones acerca de las prácticas de enseñanza que contribuyen al logro académico.

Capítulo 2

Logros rápidos, una realidad posible: Tikichuela, matemáticas en mi escuela

Que niños de cuatro o cinco años manejen álgebra, aritmética y geometría, puede ser difícil de creer. Pero si visitan una clase de preescolar en la región Cordillera de Paraguay, verán pequeños que aprenden factorización organizando pelotas y palitos en grupos, y que trabajan juntos para formar pentágonos y hexágonos con sus cuerpos. Estos niños participan de un proyecto denominado “Tikichuela, matemáticas en mi escuela”, que es el resultado de una asociación entre los gobiernos de Japón y Paraguay, la Organización de Estados Iberoamericanos y el Banco Interamericano de Desarrollo. La idea que sustenta este currículo es que los niños en edad preescolar necesitan adquirir destrezas prematemáticas para sentar las bases necesarias para las matemáticas de primaria y secundaria. Una evaluación realizada luego de cinco meses de aplicación reveló que las destrezas matemáticas de los preescolares participantes habían aumentado considerablemente, en comparación con un grupo de estudiantes que no participaron en el programa. Sobre la base de la literatura, en este capítulo afirmamos que las habilidades prematemáticas son esenciales para el éxito en matemáticas y ciencias en primaria y secundaria.



Este informe describe también la implementación del programa piloto y sus resultados cualitativos y cuantitativos.

Aprendizaje de matemáticas en la primera infancia: ¿Qué nos dice la literatura?

En la etapa de educación inicial, padres y educadores tienden a valorar el desarrollo del lenguaje, en lugar de las habilidades cuantitativas, debido a que las matemáticas se consideran un tema para niños mayores. Asimismo, asumen conceptos equivocados sobre la educación temprana en matemáticas: como por ejemplo que los infantes más jóvenes no están listos, que esas destrezas no tienen importancia en los primeros años, y que las matemáticas no se pueden enseñar como materia independiente (Ginsburg y Lee 2010).

Esas concepciones son erróneas. El desarrollo de destrezas matemáticas en la primera infancia es vital para desarrollar el gusto futuro por esa materia y puede influir en el éxito en diversas áreas académicas. Los niños pueden adquirir destrezas numéricas a temprana edad, aplicando construcciones conceptuales de una complejidad sorprendente. Resnick (1989) sostiene que el desarrollo de habilidades rudimentarias en preescolares, específicamente las de conteo, redundan en la retención y el empleo automático de conceptos matemáticos en actividades cotidianas. En otras palabras, el empleo de números y el conteo se convierten en una habilidad natural de los niños, y luego pueden usarla y entenderla en contextos más amplios (Gersten y Chard 1999). Por ejemplo, si un niño no tiene que pensar si 9 es mayor que 4, sino que lo sabe intrínsecamente, entonces puede trabajar más fácilmente con estos números cuando se busca desarrollar destrezas matemáticas como la suma y la resta. Más importante aún, la interacción temprana con conceptos numéricos es esencial para el desarrollo de actitudes positivas hacia las matemáticas (Clements, Sarama y Dibiasi 2004), las cuales a su vez tienen una fuerte correlación con las calificaciones obtenidas (House 2006).



Hay evidencia creciente que sugiere que la educación en matemáticas es un proceso acumulativo y que el desarrollo de destrezas prematemáticas a edad temprana es importante para la comprensión matemática futura y para las destrezas de resolución de problemas. Goldenberg y otros (2010) han estudiado exhaustivamente la importancia de la coherencia en matemáticas a través de los grados, y demuestran que la instrucción de un año se apoya en los conceptos enseñados en el ciclo anterior. El juego no estructurado por sí solo no es suficiente para que los preescolares alcancen el pleno desarrollo de su potencial matemático, es decir, necesitan de la instrucción del adulto (Clements y Sarama 2005). Además, la investigación académica actual sugiere que es posible desarrollar destrezas matemáticas rudimentarias al mismo tiempo que las habilidades del lenguaje y otras funciones cognitivas

básicas. Es decir, no es necesario concentrarse en el desarrollo del habla antes de propiciar destrezas matemáticas (Anuola, Leskinen, Lerkkanen y Nurmi 2004).

Los estudios sobre educación matemática preescolar en los países en desarrollo son muy poco frecuentes. Sin embargo, algunas investigaciones realizadas en los Estados Unidos muestran que la ausencia de educación matemática en las aulas preescolares perjudica más a los niños provenientes de entornos socio-económicos bajos. Es decir, de la totalidad de niños que no tienen exposición a conceptos matemáticos en el nivel preescolar, los alumnos de entornos más pobres tendrán, en los años posteriores, más dificultades en matemáticas que sus pares (Starkey, Klein y Wakely 2004). Este tipo de estudios puede brindar un acercamiento a la realidad de los países en desarrollo, donde los niños con menores recursos socio-económicos predominan en los sistemas escolares.

Frente a estos entornos, los expertos cada vez recomiendan más hacer hincapié en las matemáticas durante la primera infancia.

En los Estados Unidos, el Consejo sobre Normas para Educación en Ciencias (National Committee on Science Education Standards and Assessments 1996) indicó que los infantes más pequeños deben tener exposición a lecciones de matemáticas y ciencia basadas en la investigación, como método para mejorar no sólo estas destrezas específicas sino también la lecto-escritura, la resolución de problemas y el aprendizaje en general. Como ejemplo, la literatura actual demuestra que la participación sistemática en ejercicios de ciencias impulsa una mejora notable en el vocabulario de los preescolares (French 2004).

Desafortunadamente, seguir este tipo de recomendaciones no siempre resulta fácil. Diversos estudios han demostrado que muchos docentes carecen de los conocimientos o experiencia sobre los contenidos, para instruir adecuadamente a los niños (Kremer y Holla 2009). Dado que las aulas están conformadas por alumnos con diversas destrezas y necesidades, los maestros muchas veces enfrentan dificultades para poder seguir un programa o completar la totalidad del currículo. Los métodos paliativos tradicionales, tales como aumentar la cantidad de docentes preescolares y el acceso a materiales matemáticos, parecen ser ineficaces, comparado con los modelos que se concentran en impartir realmente esos contenidos (Kremer y Holla 2009).

Inspirado por la nueva investigación en matemática temprana, en 2009 el gobierno de Paraguay decidió fortalecer la instrucción de matemáticas en el preescolar.

Después de considerar una serie de iniciativas de distintas partes del mundo, el gobierno optó por el programa “Big Math for Little Kids,” (BMLK o Grandes Matemáticas para Niños Pequeños) que había sido implementado con éxito en las escuelas de zonas de bajos ingresos en Nueva York. BMLK promueve un aprendizaje interactivo para ayudar a los estudiantes no solo a mejorar sus calificaciones, sino también a aumentar en general el interés





y el entusiasmo por las matemáticas de los niños en edad preescolar. El plan de lecciones y los materiales de este programa se adaptaron a las condiciones del país y al contenido curricular nacional. El nuevo modelo nacional de matemáticas preescolar se denominó “Tikichuela matemáticas en mi escuela”.

Sin embargo, ya en sus inicios resultó evidente que el éxito en la implementación del modelo Tikichuela exigía que abordáramos las brechas técnicas y de contenidos de los docentes preescolares de Paraguay. En vista de la contundente efectividad de las audio-lecciones de matemáticas en Nicaragua², se decidió llevar Tikichuela a las aulas paraguayas a través de programas de audio. Estas lecciones ayudan a reducir la carga impuesta a los docentes y aseguran que todos los estudiantes reciban la misma instrucción, independientemente del nivel de destrezas pedagógicas y conocimientos de sus maestros.

Reducir vacíos pedagógicos y de contenido en los docentes

Además de promover las destrezas prematemáticas en general, el proyecto Tikichuela fue concebido para reducir las diferencias de aprendizaje entre los estudiantes en áreas urbanas y rurales, las escuelas del centro y las escuelas asociadas de las redes escolares, y entre los distintos grupos socio-económicos. Este programa inte-

reactivo está compuesto por 108 discos compactos de audio que abarcan la totalidad del programa de estudios de matemáticas para educación preescolar. Dado que el alumnado en Paraguay tiende a ser bilingüe (castellano y guaraní) los programas de audio y el material escrito se produjeron empleando ambos idiomas en forma combinada. Los conceptos clave se repitieron en castellano y guaraní. Los docentes recibieron capacitación y tutoría en clase sobre la metodología audio-interactiva.

En el piloto, la implementación de los programas se llevó a cabo durante cuatro días a la semana, asignándose un día para la revisión de lo que se había aprendido en los días anteriores. Este día adicional permitió a los docentes contar con cierta flexibilidad para repasar los conocimientos en los cuales, de acuerdo con su observación, los niños necesitaban más práctica o cierta ayuda. La duración promedio de estas clases fue de 60 minutos, divididas en 3 etapas: (1) preparación del aula y los materiales, (2) implementación del programa de audio con una duración de aproximadamente 30 a 40 minutos y (3) actividades adicionales durante 15 a 20 minutos.

2. Un estudio llevado a cabo en 1981 en Nicaragua organizó 150 lecciones diarias de matemáticas por radio para un grupo de alumnos de primer grado. Un segundo grupo recibió libros de ejercicios matemáticos. Después de un año, los estudiantes que habían recibido instrucción por radio mostraron desviaciones estándar 1,5 más altas que sus pares en un grupo de control, y los alumnos que recibieron libros de ejercicios se desempeñaron un tercio de desviación estándar mejor que los alumnos en el grupo de control (Heyneman y otros 1981).

La puesta en marcha del programa sufrió una demora considerable y en consecuencia durante el primer ciclo lectivo, los nueve meses inicialmente previstos quedaron reducidos a cinco meses efectivos. Este retraso a su vez provocó una reducción en la cantidad de lecciones Tikichuela impartidas. Aunque el programa comprendía 108 clases independientes, durante el primer año académico, los docentes no pudieron implementar más de 76 lecciones. Si bien en la actualidad el programa se lleva a cabo en su totalidad, el presente capítulo informa solamente los resultados obtenidos durante el primer año lectivo de aplicación.

Escuelas piloto Tikichuela

El programa piloto se implementó en 265 escuelas del departamento de Cordillera, y abarcó aproximadamente 4500 estudiantes y 400 docentes. De manera aleatoria se seleccionaron 131 escuelas que se beneficiarían del programa, y los 134 restantes fueron asignados al grupo de control. Las escuelas en Cordillera están organizadas en redes: en el centro de cada red hay una escuela con una gran matrícula, con infraestructura desarrollada y, en general, con un mayor acceso a los recursos. Alrededor de estos centros se ubican las escuelas asociadas, generalmente con menos alumnos, infraestructura de menor calidad y recursos más escasos.

Nuestra muestra incluyó 214 establecimientos asociados (81%) y 51 centrales (19%). En general, las escuelas asociadas están ubicadas en áreas rurales y las centrales en zonas urbanas. Los establecimientos rurales de nuestra muestra tenían clases de menos alumnos y mayormente sus docentes carecían de capacitación formal en educación pre-primaria. Tanto en las áreas rurales como en las urbanas, las carencias en infraestructura y la menor matrícula dieron como resultado una gran proporción de aulas integradas por varios grados (ver Tabla A4 en el anexo).

El perfil del alumnado también tiende a distribuirse de acuerdo con las características de la escuela. La tabla mencionada muestra que en los establecimientos rurales, es más común que los niños hablen guaraní (50%, castellano 10%) o ambas lenguas indistintamente (41%). Esta tendencia se repite casi exactamente en las escuelas asociadas. En los establecimientos urbanos, por el contrario, es más común que los niños hablen castellano (40%, guaraní 13%) o ambas lenguas indistintamente (47%). Esta tendencia se repite casi exactamente en las escuelas de centro. Además, los niños que asisten a establecimientos rurales provienen predominantemente de hogares con un nivel de educación formal más bajo. En las áreas rurales, solo el 19% de los jefes de familia tiene educación secundaria o superior, mientras que en las urbanas el número de jefes de familia con estudios secundarios o superiores es del 47%. Estas diferencias, entre escuelas rurales-asociadas y centro-urbanas, también se manifestaron en el grado de educación previa de los preescolares. En las áreas rurales, solo el 22% de los estudiantes había asistido anteriormente al preescolar, mientras que el 48% del alumnado de escuelas urbanas había asistido anteriormente (ver Tabla A5).



Antes de Tikichuela: habilidades prematemáticas insuficientes en escolares y docentes por igual

Las pruebas de línea base demostraron que los niños de preescolar en Cordillera tenían pocas habilidades matemáticas. El estudiante promedio en edad preescolar podía mencionar sólo dos de cuatro figuras geométricas y no podía reconocer cuatro numerales. En consecuencia, estas brechas limitan las posibilidades de los niños de ser exitosos en matemáticas en el nivel primario, porque no comprenden los conceptos básicos sobre los cuales se construye todo aprendizaje futuro.

Al igual que en otros países latinoamericanos, los estudiantes en áreas rurales y pertenecientes a los grupos socioeconómicos más bajos se desempeñaron peor que aquellos de áreas urbanas y hogares con niveles socioeconómicos más altos. Los datos de partida revelaron una tendencia a que la muestra se agrupara en dos segmentos marcadamente diferenciados. Un pequeño grupo compuesto por escuelas urbanas en el centro de las redes con aulas más numerosas, sin clases multigrado, y con docentes capacitados en educación temprana, obtuvieron calificaciones por encima de la media en diversas categorías evaluadas. Los niños de este segmento generalmente hablan castellano o ambos idiomas, provienen de entornos familiares con mayor educación y habían asistido anteriormente al preescolar. Un segundo grupo más grande de escuelas asociadas rurales con menor número de alumnos por aula, en clases multigrado y con docentes sin capacitación adecuada, obtuvieron puntuaciones por debajo de la media en diversas categorías. Estos niños generalmente hablan guaraní o ambos idiomas, provienen de entornos familiares con menor educación y no habían asistido antes al preescolar.

Las pruebas iniciales indican que había una diferencia en logros matemáticos entre niñas y niños en la totalidad de la muestra. Si bien casi no existen datos latinoamericanos sobre destrezas de matemáticas en niños muy pequeños, la brecha entre géneros que se observa corresponde con los logros en matemáticas en los grados superiores para esta región.³

Las pruebas de línea base también revelaron que los docentes de preescolar se sentían poco preparados para enseñar matemáticas: el 94% indicó que tenían dificultades en estructurar las lecciones y el



3. En El Salvador y en Colombia, dos de los países que participaron en las evaluaciones de matemáticas TIMSS 2007, los varones de octavo grado obtuvieron un desempeño considerablemente mejor que las niñas. De igual manera, una revisión de las evaluaciones PISA 2006 presentó diferencias de género estadísticamente significativas en la totalidad de los países latinoamericanos participantes (Argentina, Chile, Colombia, México y Uruguay). Además un análisis de los datos SERCE sobre países participantes de la misma región indica que los varones de sexto grado en promedio obtuvieron en ciencias una ventaja considerable respecto de las niñas. Los varones alcanzaron un promedio de 11,5 puntos por encima de las niñas en esta categoría.

90% que no podía enseñar todos los temas contenidos en el currículo matemático para ese nivel. Además, un 40% informó que impartía lecciones de matemáticas tres veces por semana o menos, en lugar de la asignación diaria que estipula el currículo. Estos resultados sugirieron que los docentes necesitaban apoyo para poder implementar y completar de manera rutinaria sus lecciones de matemáticas.

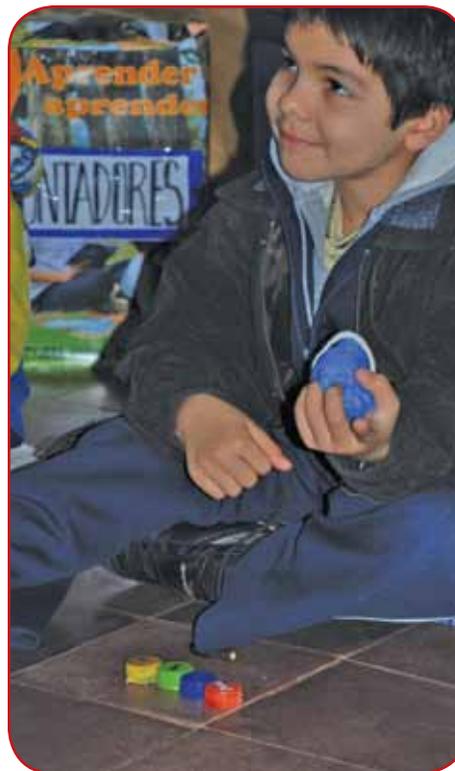
Evaluación de Tikichuela

Una rigurosa evaluación determinó la capacidad del nuevo programa de producir mejoras en los puntajes de matemáticas. La evaluación comprendió tanto indicadores cualitativos como cuantitativos de la percepción de los docentes respecto del impacto del programa, así como también consultas a padres y tutores con el fin de determinar características clave (como el idioma de uso predominante y nivel de educación).

Los resultados de los relevamientos iniciales indican que el grupo de escuelas asignadas a Tikichuela era similar al de los establecimientos que recibían instrucción tradicional, y solo se observaba una diferencia significativa entre ambos grupos en una de las variables: años de experiencia del docente. No se detectaron diferencias en términos de logros de los estudiantes (ver Tablas A1 a A3 en el anexo). Esto confirma que la asignación aleatoria fue exitosa al generar dos grupos con características similares.

Para las evaluaciones al final del programa, se realizó una nueva visita a las escuelas y se tomó una prueba estandarizada sobre destrezas matemáticas. El examen fue equivalente al aplicado al inicio, pero se elevó el nivel de dificultad a aquel esperado para un niño de preescolar al final del año lectivo, e incluyó elementos diseñados para medir impactos indirectos en las áreas de lectoescritura y comprensión oral, también similares a los de las evaluaciones iniciales. Asimismo, se entregaron cuestionarios a los docentes para medir los cambios en sus percepciones respecto a las matemáticas, y también sus opiniones sobre el programa. Por último, se realizaron encuestas a los directores del grupo de tratamiento, con el fin de medir las percepciones sobre la gestión del programa.

Al igual que durante las pruebas iniciales, los entrevistadores realizaron las evaluaciones en forma individual a cada estudiante. En la prueba final solo se evaluó a los mismos niños que habían participado del examen inicial. Del total de alumnos en la prueba preliminar, 2815 niños o el 96,84%, estuvieron presentes durante las visitas a la escuela y consecuentemente pudieron ser entrevistados. El saldo final de la muestra para análisis es de 2800 niños.⁴



4. Se excluyeron 15 niños: 10 por no haber terminado la prueba y otros 5 por cambiar de establecimiento durante el período de evaluación.

Los puntajes promedios, las ganancias en las calificaciones y el impacto del programa que se presenta en las tablas de este análisis se estimaron controlando las calificaciones iniciales, los estratos empleados para construir la muestra y el efecto del entrevistador.⁵

Cerrar brechas en los logros

Después de sólo cinco meses, los estudiantes comprendidos en el programa piloto mostraron una mejora, en promedio, de 0,16 de una desviación estándar, respecto de los no participantes. En términos porcentuales, esto significa que el programa produjo un aumento del 9,2% en el aprendizaje de matemáticas.

La estrategia Tikichuela contribuyó a cerrar la brecha entre las escuelas de bajo y alto desempeño. La brecha entre logros académicos de los estudiantes de bajo desempeño (dentro del tercio inferior) y los de mejor desempeño (tercio superior) se redujo en un 7,5% (Tabla 2.1). En otras palabras, el programa logró impulsar el rendimiento de quienes requerían la mayor cantidad de tareas compensatorias en el aprendizaje.

Tanto las niñas como los niños mostraron importantes mejoras en sus puntajes. Sin embargo, los niños en la población de muestreo se desempeñaron mejor que las niñas; lo cual sugiere que existe una combinación de factores culturales y diferencias de género que afectaron los resultados del programa. Cabe acotar que las niñas participantes en Tikichuela no sólo estuvieron a la par de los niños del grupo de control, sino que los superaron, a pesar de su menor puntaje inicial.

El programa contribuyó a cerrar la brecha de aprendizaje entre las escuelas favorecidas y las desfavorecidas. Las escuelas asociadas, que generalmente cuentan con menos recursos que los establecimientos en el centro de la red, mostraron una importante mejora en los puntajes: siete veces superior, en promedio, al de sus homólogas fuera del programa (Tabla 2.2).

El programa mejoró los puntajes en matemáticas tanto para los estudiantes de habla guaraní como de castellano, mientras que los alumnos bilingües presentaron el mayor aumento (Tabla 2.3). Esto demuestra que el diseño del programa piloto, en el cual las lecciones se imparten primero en castellano, y luego en guaraní, resultó efectivo. Esta repetición puede explicar por qué los estudiantes bilingües se desempeñaron mejor, dado que, de hecho, recibieron secuencias centrales de las lecciones dos veces.⁶

Tikichuela funciona en aulas multigrado. Los preescolares que comparten el aula con otros grados, o con niños de diversas edades y niveles de destrezas, mejoraron sus logros matemáticos del mismo modo que los de clases más homogéneas. Este resultado es importante en vista de la realidad del sistema educativo en Paraguay, donde son comunes las aulas de varios grados, que en general presentan niveles de logro inferiores a los de las aulas con un solo grado.

5. Se establecieron 14 estratos en total y 34 entrevistadores.

6. Este análisis se aplica exclusivamente a los niños cuyos padres devolvieron la encuesta (88% de la muestra total).

Tabla 2.1. Tikichuela redujo la brecha entre estudiantes de alto y bajo desempeño, pero no las diferencias por género

Matemáticas		
Variable dependiente	Ganancia en calificaciones por Tikichuela (%)	Impacto de Tikichuela (desv. esta.)
A. Efectos globales		
Impacto	9,2	0,16*** (0,03)
B. Ubicación antes de la prueba (dentro de cada escuela)		
En grupo con menor puntaje	12,1	0,19*** (0,04)
En grupo con puntaje intermedio	10,3	0,19*** (0,04)
En grupo con mayor puntaje	5,2	0,11** (0,05)
C. Efectos por género		
Varones	12,3	0,21*** (0,04)
Mujeres	6,3	0,13*** (0,03)

Errores estándar entre paréntesis

* Significativo en 10 %; ** significativo en 5 %; *** significativo en 1%.

Tikichuela reduce la brecha de experiencia entre docentes. Los preescolares a cargo de docentes sin capacitación específica en educación temprana, o de maestros que habían asistido a sólo un curso de especialización en la materia, aumentaron más sus puntajes que aquellos con docentes especializados en educación preescolar (Tabla 2.4). Estos resultados sugieren que el programa ayudó a acortar la brecha de experiencia entre docentes bien capacitados y maestros sin capacitación especializada en preescolar. La diferencia en el aprendizaje entre estudiantes a cargo de docentes sin capacitación en educación inicial y de alumnos con maestros que tienen formación académica para su nivel, se redujo en un 68,1%.

Tabla 2.2. Tikichuela acortó la brecha entre distintos tipos de escuelas

Matemáticas		
Variable dependiente	Ganancia en calificaciones por Tikichuela (%)	Impacto de Tikichuela (desv. esta.)
Efectos por tipo de escuela		
Escuela central	1,5	0,05 (0,05)
Escuela de red	12,4	0,21*** (0,03)

Errores estándar entre paréntesis

* Significativo en 10 %; ** significativo en 5 %; *** significativo en 1%.

$$\log \frac{30-2}{20-1} + 3 \log$$

Tikichuela está al nivel de otras iniciativas exitosas para matemáticas

Los impactos del programa piloto son muy alentadores en vista del corto lapso de implementación. Una mejora de 0,16 de una desviación estándar en los puntajes con menos de 5 meses de puesta en práctica, equivale o supera los efectos que presentan la mayoría de los estudios relacionados con intervenciones para mejorar el rendimiento académico realizados entre 1990 y 2010 (Glewwe y otros 2011). La tabla 2.5 muestra los efectos de distintos programas adoptados alrededor del mundo y que se consideran exitosos para mejorar las destrezas matemáticas de los infantes. El impacto positivo que el programa ha tenido en las destrezas matemáticas de preescolares demuestra que Tikichuela es una metodología más efectiva para desarrollar habilidades matemáticas, comparada con los métodos tradicionales utilizados por las escuelas de Cordillera. La inversión inicial para producir los audios es alta durante el primer año pero el aumento por estudiante se reduce durante el segundo año a aproximadamente 4%.

Principales hallazgos y pasos futuros

Los resultados obtenidos en el primer año del programa piloto Tikichuela para la educación temprana en matemáticas revelan que el modelo de audio interactivo constituye un enfoque promotor para fomentar destrezas prematemáticas entre infantes, en Paraguay. A pesar del corto plazo de implementación antes de las mediciones finales, la evaluación identificó impactos agregados estadísticamente significativos. La magnitud global del impacto para la muestra fue de 0,16 de desviación estándar en un periodo de tiempo relativamente corto. Este resultado es muy alentador y posiciona al programa por delante de otras iniciativas educativas destinadas a mejorar el rendimiento académico de los niños. En tal sentido podemos afirmar que la metodología del programa piloto es más efectiva que el currículo preescolar tradicional, para el desarrollo de habilidades matemáticas en los infantes.

Tabla 2.3. Tikichuela ayudó a reducir la brecha de aprendizaje entre los alumnos que hablan sólo castellano y los que hablan guaraní en su hogar

Matemáticas		
Variable dependiente	Ganancia en calificaciones por Tikichuela (%)	Impacto de Tikichuela (desv. esta.)
Guaraní	8,1	0,17*** (0,04)
Castellano	7,5	0,14** (0,06)
Ambos	11,4	0,19*** (0,04)

Errores estándar entre paréntesis

* Significativo en 10 %; ** significativo en 5 %; *** significativo en 1%.

Tabla 2.4. Tikichuela ayudó a cerrar la brecha de aprendizaje entre estudiantes a cargo de docentes con distintos niveles de formación

Matemáticas		
Variable dependiente	Ganancia en calificaciones por Tikichuela (%)	Impacto de Tikichuela (desv. esta.)
Efectos por capacitación del docente		
Sin especialización en educación preescolar	10.2	0.18*** (0.05)
Especialización en educación preescolar	12.5	0.27*** (0.06)
Título en educación preescolar	7.6	0.12*** (0.04)

Errores estándar entre paréntesis

* Significativo en 10 %; ** significativo en 5 %; *** significativo en 1%.

$$\log_2 \frac{1}{x-1} + 0 \log$$

$$\frac{(1)}{(2)} \log_2 (x^2 - 1) > 1$$

Tabla 2.5. Comparación de los efectos de programas exitosos para matemáticas alrededor del mundo

Programa	Intervención	Aumento del costo por estudiante (%)	Efecto después de un año (desv. esta.)
MAT	Aprendizaje a través de la interacción y la investigación en Argentina	1,7	0,20
Tikichuela	Audioprogramas para matemáticas preescolar en Paraguay	18,5	0,16
Balasakhi	Tutoría compensatoria en India	2,9	0,18
STAR	Reducción del número de alumnos para tercer grado en los Estados Unidos	28,6	0,15

Fuentes: Krueger y Whitmore 2001; Mosteller 1995; Banerjee 2005; y Folger y Breda 1989.

En respuesta a la heterogeneidad de la muestra, la metodología Tikichuela resultó inclusiva beneficiando tanto a niños con deficiencias en destrezas iniciales (tercio inferior en las pruebas de base) como los de establecimientos de bajos recursos (escuelas asociadas) independientemente del área geográfica en la que se encuentren y de si se tratara o no de aulas multigrados. En este sentido, la metodología acorta las diferencias entre los niños con altos y bajos niveles de destrezas, así como también entre alumnos favorecidos y desfavorecidos económicamente. Esta capacidad inclusiva se ve reforzada por el hecho de que el programa produce mejoras en los niños de todos los grupos de idiomas. Sin embargo, no pudieron acortarse todas las brechas en el aprendizaje. Para reducir las diferencias por género que aún persisten, se está modificando el programa con el fin de alentar una mayor participación e interés de las niñas en las matemáticas. Las pruebas demostrarán si los audioprogramas rediseñados (que invitan específicamente a las niñas a acercarse a las matemáticas) se traducen en ganancias en el aprendizaje.

En vista de los alentadores resultados obtenidos durante el primer año de Tikichuela, las autoridades del Paraguay decidieron continuar con su implementación durante otros dos años, para recabar información longitudinal. Los estudiantes participantes de Tikichuela tendrán un seguimiento durante ese período para ver si las ganancias en los logros se traducen en mejoras sostenidas en las habilidades matemáticas de estudiantes que anteriormente presentaban un bajo rendimiento. El éxito del piloto en preescolar también ha dado como resultado la decisión de ampliar el programa a primer grado, para comienzos del ciclo escolar de 2013.

Capítulo 3

Reflexiones e interrogantes

En 2009, cuando por primera vez el gobierno de Paraguay y el BID unieron esfuerzos para mejorar el aprendizaje en matemáticas y ciencias, el primer interrogante que surgió fue como obtener información acerca de la didáctica utilizada. Algunas de las preguntas que deseábamos responder eran: ¿De qué manera se abordan dentro del aula el pensamiento científico-matemático y la resolución de problemas? ¿Cómo influye en la instrucción el conocimiento que tiene el docente sobre los contenidos? ¿De qué manera los docentes inspiran a sus estudiantes a aprender y pensar en ciencias y matemáticas? ¿Qué papel desempeña en la instrucción el aprendizaje basado en la indagación? Mediante la observación sistemática de lo que sucede dentro del aula, pudimos identificar prácticas y rutinas compartidas y en esencia comunes entre docentes de cada cultura educativa (Stigler y otros 1999; Geertz 1984). Algunas de esas prácticas docente compartidas constituyen fortalezas que pueden servir de cimientos. Otras, es posible que no sean conducentes para el aprendizaje o, incluso, puedan obstaculizarlo.

El atributo cultural aparentemente más significativo y compartido que se observó a través del estudio en las aulas de Paraguay es la ausencia de prácticas interactivas y basadas en la indagación. En matemáticas, los estudiantes de Paraguay dedican la mayor parte de las lecciones a la memorización de fórmulas y procedimientos. En ciencias, memorizan hechos y la historia de la ciencia. Cuando ellos, o



sus docentes, llevan a cabo experimentos, no lo hacen para formular y verificar hipótesis, sino para practicar procedimientos o verificar hechos sobre los cuales ya han sido informados. Este tipo de prácticas de la enseñanza son claramente contrarias a la literatura sobre los métodos de enseñanza adecuados para el aprendizaje del razonamiento matemático-científico y la resolución de problemas. Cuando no se da tiempo a los estudiantes para ponderar distintas estrategias, no pueden desarrollar la confianza y las destrezas que necesitan para adquirir el pensamiento crítico.

Esperamos que la comprensión de la realidad que presenta el estudio provoque un debate más profundo acerca de cómo cambiar las prácticas docentes para matemáticas y ciencias. Este debate debería involucrar no solo a maestros, administradores y capacitadores docentes, sino también a los padres, al sector privado y a todos aquellos a quienes les interese la calidad de la educación en matemáticas y ciencias de los niños en Paraguay. Como conclusión, queremos destacar algunas preguntas que podrían servir como punto de partida para pensar de qué manera los distritos escolares pueden hacer que las matemáticas y las ciencias basadas en la indagación lleguen realmente al aula.

Cuanto más ayudemos a los niños a que tengan ideas maravillosas y a que se sientan a gusto por tenerlas, mayor será la probabilidad de que descubran algún día ideas maravillosas en las que nadie nunca había pensado antes.

• Eleanor Duckworth 1987

¿Cómo podemos lograr un aprendizaje activo y de experiencias prácticas en las aulas de matemáticas y ciencias de Paraguay?

Un sistema de educación en matemáticas y ciencias que se enfoque exclusivamente en el dominio de hechos y procedimientos y en la historia de la ciencia, producirá muy pocos matemáticos y científicos. Las matemáticas y las ciencias, al igual que el fútbol, la actuación o la cocina, solo pueden aprenderse plenamente haciéndolas. En el mundo real, si nos olvidamos una fórmula matemática

o científica siempre podremos buscarla en un libro o en Internet. Sin embargo, las habilidades de pensamiento matemático-científico y de resolución de problemas que necesitamos para aplicar la fórmula correctamente no pueden encontrarse con una simple búsqueda. Es necesario desarrollar e internalizar esas destrezas.

Si bien el pasaje a una instrucción que permita al estudiante una mayor participación en su propio aprendizaje no necesariamente requeriría un nuevo currículo de ciencias y matemáticas para Paraguay, decididamente exigiría una renovación del modo en que se enseñan estas materias. Si Paraguay desea asumir este desafío, las experiencias de varios países con altos rendimientos ofrecen varias perspectivas que la comunidad educativa paraguaya podría considerar como punto de partida para sus deliberaciones.

El aprendizaje experimental práctico no significa que los estudiantes no deban leer o escribir durante sus lecciones de matemáticas y ciencias. De hecho, en lugar de confiar en el docente como la fuente primaria de conocimientos sobre el contenido, los estudiantes paraguayos necesitan tener acceso a más fuentes de información, incluso un amplio espectro de lecturas de ficción y no ficción. Los estudiantes además continuarían escribiendo en la clase de ciencias. No obstante, las experiencias provenientes de países con alto desempeño indican que en lugar de simplemente copiar hechos y fórmulas del pizarrón, los alumnos deberían llevar diarios de ciencia para registrar sus hipótesis, datos e interpretaciones.



¿De qué forma la enseñanza de matemáticas y ciencias en Paraguay puede estar más centrada en el alumno?

Naturalmente, puede que inicialmente algunos docentes se preocupen por tener que modificar su didáctica. Muchas veces observamos que una de las preocupaciones más grandes de los docentes es que perderán el control de sus aulas ya que los trabajos prácticos, individuales o en grupos, a simple vista parecen ser menos estructurados que un aula con todos los alumnos sentados en sus bancos. Los maestros también se muestran preocupados de no poder abarcar suficiente contenido. Cuando los estudiantes llevan a cabo investigaciones que pueden extenderse durante varias clases, no queda mucho tiempo para recargarlos con temas que copian del pizarrón. El hecho de que los alumnos por el contrario aprenderán a pensar de manera crítica y a desarrollar una comprensión más profunda de los contenidos que se abarquen, puede que no resulte obvio en un principio.

Las actitudes de los docentes respecto de las matemáticas y las ciencias influyen en las prácticas docente. Los maestros que consideran que la fluidez de cálculo es el principal objetivo de la instrucción en matemáticas, inevitablemente, dedicarán más tiempo de clase a realizar cálculos rutinarios y ejercicios. Pero, si los encargados de políticas públicas y los capacitadores docentes emiten un mensaje claro sobre los beneficios de enfocarse en destrezas de pensamiento crítico, las actitudes de los docentes pueden evolucionar hacia la misma dirección. Para realizar tal cambio, los docentes necesitarán capacitación y asesoramiento técnico continuos para que puedan observar y practicar actividades concretas



que permitan a los estudiantes imaginar y comprobar sus propias soluciones, y obtener evidencias que respalden su razonamiento.

Los sistemas escolares con frecuencia inician este cambio a favor de las matemáticas y las ciencias basadas en la indagación, identificando a docentes interesados y comprometidos con estos métodos que puedan recibir capacitación para actuar como un equipo de consejeros docentes. Estos consejeros pueden luego ayudar a sus colegas brindando un soporte práctico en las aulas. Además, pueden colaborar en el desarrollo y comprobación de distintos módulos de ciencias, y en la creación de programas de capacitación y de instrumentos de evaluación.

¿Cuáles son los materiales de aprendizaje que necesitan los docentes y los estudiantes para pasar a clases de matemáticas y ciencias con experiencias prácticas?

Para realizar matemáticas y ciencias basadas en la indagación, los estudiantes y los docentes deben también contar con los recursos necesarios para participar en actividades prácticas. Sin embargo, tener laboratorios de ciencia sofisticados no constituye una condición sine qua non para las ciencias prácticas. Es suficiente contar simplemente con los materiales y el equipo necesario para enseñar los distintos módulos del currículo. En Argentina, un programa experimental que comparaba dos modelos diferentes de instrucción basada en la indagación reveló que los estudiantes que utilizaban equipos de ciencias

simples en el aula, aprendieron tanto como los alumnos con acceso a materiales y equipos científicos más sofisticados (Valverde y Näslund-Hadley 2009). En el mismo sentido, si bien las herramientas de alta tecnología pueden facilitar la enseñanza, no constituyen un elemento obligatorio para una enseñanza de matemáticas de alta calidad. Elementos manipulables, tales como varillas y formas geométricas, pueden ayudar a visualizar las relaciones matemáticas. Las calculadoras y computadoras, si están disponibles, pueden emplearse para cálculos de rutina para poder dedicar más tiempo a tareas más complejas de solución de problemas.

¿Qué pueden hacer las comunidades para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas y ciencias?

Los sistemas escolares que han adoptado exitosamente la educación práctica en matemáticas y ciencias muchas veces han realizado esfuerzos mancomunados para desarrollar asociaciones con instituciones de investigación, comercios, industrias y otros grupos comunitarios. Puede que la comunidad educativa de Paraguay desee acercarse a estos tipos de grupos para promover el respaldo a la educación en matemáticas y ciencias. Los científicos que regularmente se presenten de manera voluntaria en las aulas pueden servir como modelos y ayudar a inculcar en docentes y estudiantes el espíritu de la indagación. La comunidad empresarial local puede contribuir con recursos, conocimientos técnicos y oportunidades a través de visitas de campo. Los padres pueden apoyar el aprendizaje de los estudiantes de diversas maneras: aportando materiales simples del hogar; compartiendo potenciales contactos con el empresario local; e inspirando confianza e interés en las matemáticas y ciencias. Mediante asociaciones con padres y los negocios locales, los problemas de matemáticas y ciencias podrían relacionarse con temas comunitarios. Incluso podrían encomendarse a los estudiantes tareas de identificación de sus propios problemas matemáticos y científicos con el mundo que los rodea en sus hogares, su comunidad y escuela. Como resultado, las actitudes de los estudiantes respecto de las matemáticas y las ciencias podrían ser más positivas, al tener la oportunidad de establecer conexiones con su vida diaria.

¿Cómo se pueden superar los importantes vacíos de contenido en los docentes paraguayos?

La fuerte tendencia del docente paraguayo a ser el principal transmisor de conocimientos en matemáticas y ciencias provoca problemas dado que se observan importantes carencias de contenido en los docentes mismos. Todavía no hemos analizado en profundidad las implicaciones potenciales a largo plazo que podrían tener sobre el aprendizaje debido a procedimientos, conceptos y hechos erróneos enseñados en las lecciones relevadas. No obstante, si los estudiantes internalizan falsas concepciones, es razonable suponer que podrían verse dañadas las oportunidades de aprendizaje futuras de esos estudiantes.

En el mediano y largo plazo, es necesario fortalecer la preparación de los docentes antes de que estén al frente del aula, a fin de asegurar que cuenten con las destrezas de contenidos técnicos requeridas para enseñar matemáticas y ciencias. Mientras tanto, Paraguay se enfrenta al desafío de llevar calidad a la educación en matemáticas y ciencias para estudiantes a cargo de los docentes que están actualmente en el sistema educativo. Otros estudios patrocinados por el BID en América Latina indican que es posible



llevar instrucción de calidad a las aulas aún cuando los docentes tienen grandes brechas en los contenidos. Quizás, lo más importante sea que la comunidad educativa necesita propiciar un cambio mental en el rol del instructor, permitiendo que los docentes abandonen su papel como transmisores de contenido para concebirse como facilitadores de oportunidades de aprendizaje. Estudiantes y maestros podrían entonces explorar juntos el contenido a partir de distintas fuentes en la escuela y más allá. Las deficiencias en contenido de los docentes

podrían superarse mediante planes de clase detallados y estructurados y a través de tutorías y asesoría en el aula. Los videos de las clases de Paraguay podrían ser una herramienta útil en las capacitaciones docentes como punto de partida para los debates acerca de las prácticas de enseñanza. En cuanto a los materiales para el aula, también podrían emplearse herramientas tecnológicas para proporcionar contenido. Los audioprogramas Tikichuela que se describen en este documento, constituyen un ejemplo de cómo una herramienta tecnológica puede ayudar a reducir las diferencias de aprendizaje entre los estudiantes a cargo de docentes con distintos niveles de capacitación formal.

¿Cómo puede cerrarse la brecha de aprendizaje en matemáticas y ciencias?

Al igual que en otras partes de Latinoamérica, en Paraguay existe una discrepancia en los puntajes en las pruebas de matemáticas y ciencias entre distintos grupos de estudiantes: los que asisten a aulas multigrado y aulas con un solo grado; entre niñas y niños; entre quienes hablan principalmente guaraní o principalmente castellano. El reto que debe enfrentar la comunidad educativa es de qué manera emplear en clase distintas prácticas de soporte para asegurar que se responda a las necesidades de aprendizaje de matemáticas y ciencias de todos los estudiantes.

La brecha de aprendizaje más importante de abordar es la de género. Tikichuela ayudó a reducir todas las demás brechas de aprendizaje observadas, pero la diferencia por género no solo persistió, sino que se vio reforzada como consecuencia del programa. Desafortunadamente, Tikichuela no constituye un caso aislado, dado que hemos observado una tendencia similar en otras evaluaciones experimentales en matemáticas y ciencias patrocinadas por el BID. Las niñas, de manera constante, registran menores puntajes que los niños en las pruebas, aún cuando se controlen por diversos factores, entre otros la edad, el nivel de destreza previo y la aptitud de los docentes. La medición de referencia de Tikichuela demostró que las niñas de Paraguay se desempeñan peor que los niños aún antes de ingresar al preescolar. Si bien varones y mujeres mejoraron su aprendizaje como resultado del programa, los niños mejoraron más. Se

está modificando el programa con el fin de alentar una mayor participación e interés de las niñas en las matemáticas. A medida que Paraguay avanza hacia el mejoramiento de su educación en matemáticas y ciencias, es importante analizar en mayor detalle, cómo pueden reducirse las brechas de aprendizaje por género.

¿Qué evaluamos cuando el aprendizaje ya no se centra en ejercicios repetitivos y memorización?

El cambio hacia la instrucción basada en la indagación también tiene implicaciones en cómo evaluar el progreso de los estudiantes. Cuando la evaluación está centrada en la memorización de fórmulas y en la colocación de números en el lugar correcto, existe un riesgo importante de que el estudiante desarrolle una comprensión meramente procedimental. En consecuencia, los docentes necesitan asesoramiento para que puedan adoptar el empleo de evaluaciones formativas con el fin de valorar el pensamiento matemático-científico de sus estudiantes. La clave será proporcionar a los estudiantes la oportunidad de compartir su pensamiento y de hablar acerca de cómo resolvieron o intentaron resolver los problemas con el método que emplearon. Es necesario brindar asistencia a los docentes para que puedan realizar evaluaciones informales de manera habitual, en vez de hacerlo mediante una interrupción, en las clases de matemáticas y ciencias de todos los días.

Anexo I

Diferencias entre escuelas Tikichuela y otras escuelas y estudiantes

Tabla A1. Muestreo aleatorio exitoso: Solo una diferencia significativa en características docentes iniciales

Prueba	Tikichuela	Modelo tradicional	Diferencia	Estadístico T
Relación alumnos-docente, mañana	15,20	14,50	0,70	0,50
Relación alumnos-docente, tarde	13,18	13,29	-0,11	-0,11
Nivel de educación	4,06	4,12	-0,05	-0,66
Años de experiencia	12,11	10,44	1,67	2,82***
Idioma de instrucción	2,53	2,53	0,01	0,08
N° de cursos de capacitación en educación preescolar	3,37	3,11	0,26	0,38

*** Grado de significación 1% ($p < 0.01$); ** Grado de significación 5% ($p < 0.05$); * Grado de significación 10% ($p < 0.1$) ($n=290|nt=144|nc=146$) ($j=265|jt=131|jc=134$)

Tabla A2. Muestreo aleatorio exitoso: Sin diferencias significativas en características iniciales escuela y aula

Prueba	Tikichuela	Modelo tradicional	Diferencia	Estadístico T
Cantidad de docentes preescolar	1,11	1,10	0,01	0,24
Matrícula de preescolares	16,96	17,29	-0,33	-0,17
Aulas preescolar	1,22	1,25	-0,03	-0,37
Clases integradas	1,60	1,63	-0,03	-0,52
Mobiliario preescolar	1,19	1,22	-0,03	-0,66
Sanitario preescolar independiente	1,76	1,65	0,11	1,90
Material didáctico MEC	1,85	1,77	0,09	0,75
Iluminación y ventilación	1,09	1,11	-0,02	-0,55
Equipo de audio	1,95	1,93	0,02	0,29
Equipo básico de material escolar	1,05	1,02	0,02	0,75

*** Grado de significación 1% ($p < 0.01$); ** Grado de significación 5% ($p < 0.05$); * Grado de significación 10% ($p < 0.1$) ($n=290|nt=144|nc=146$) ($j=265|jt=131|jc=134$)

Tabla A3. Sin diferencias significativas en puntajes de logros iniciales

Prueba	Tikichuela	Modelo tradicional	Diferencia	Estadístico T
Conteo oral	11,42	11,97	-0,54	-1,18
Puntaje en matemáticas	0,64	0,63	0,01	0,34
Puntaje estandarizado en matemáticas	0,03	0,00	0,03	0,48
Puntaje en lengua	0,39	0,41	-0,02	-0,82
Puntaje estandarizado en lengua	0,03	0,00	0,03	0,30

*** Grado de significación 1% ($p < 0.01$); ** Grado de significación 5% ($p < 0.05$); * Grado de significación 10% ($p < 0.1$) (n=290|nt=144|nc=146) (j=265|jt=131|jc=134)

Tabla A4. Características de las escuelas muestreadas

	Área geográfica		Tipo de escuela	
	Urbano	Rural	Central	Red
Escuelas				
Totales	53 20%	212 80%	51 19%	214 81%
Niños				
Total	803 29%	1997 71%	828 30%	1972 70%
Clases integradas				
Clases integradas	16 30%	78 37%	17 19%	84 36%
No integradas	37 70%	134 63%	71 81%	152 64%
Tamaño de clase				
6 o menos	1 1%	31 12%	0 0%	32 14%
Entre 7 y 16	29 43%	164 64%	32 36%	161 68%
17 o más	38 56%	61 24%	56 64%	43 18%
Capacitación del docente				
Sin especialización en educación preescolar	11 12%	82 35%	16 18%	77 33%
Especialización en educación preescolar	13 14%	52 22%	14 16%	51 22%
Título en educación preescolar				
Título en educación preescolar	67 74%	99 42%	58 66%	108 46%

Tabla A5. Características de los niños muestreados

	Área geográfica		Tipo de escuela	
	Urbano	Rural	Central	Red
Nivel de educación cabeza de hogar				
Secundaria o superior completo	318 47%	340 19%	309 44%	349 20%
Menos que secundaria completa	353 53%	1437 81%	400 56%	1390 80%
Idioma predominante del niño				
Castellano	319 40%	193 10%	269 32%	243 12%
Guaraní	106 13%	989 50%	179 22%	916 46%
Bilingüe	378 47%	815 41%	380 46%	813 41%
Educación preescolar anterior				
Si	385 48%	443 22%	346 42%	482 25%
No	414 52%	1544 78%	477 58%	1481 75%

Referencias

- Anuola, K., E. Leskinen, M. Lerkkanen, y J. Nurmi. 2004. "Development Dynamics of Math Performance from Preschool to Grade 2." *Journal of Educational Psychology* 96 (4): 699–713.
- Banerjee, Abhijit, Shawn Cole, Esther Duflo, y Leigh Linden. 2005. "Remedying Education: Evidence from Two Randomized Experiments in India." NBER Working Paper 11904. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- Carroll, John. 1963. "A Model of School Learning." *Teachers College Record* 64(8): 723–33.
- Clements, D. H., y J. Sarama. 2005. "Young Children and Technology: What's Appropriate?" *67th Yearbook of Technology-supported Mathematics Learning Environments*: 51–73.
- Clements, D. H., J. Sarama, y A. Dibiase. 2004. *Engaging Young Children in Mathematics*. London: Psychology Press.
- Duckworth, Eleanor. 1987. *The Having of Wonderful Ideas" and Other Essays on Teaching and Learning*. New York: Teachers College Press.
- Folger, John, y Carolyn Breda. 1989. "Evidence from Project STAR about Class Size and Student Achievement." *Peabody Journal of Education* 67(1): 17–33.
- French, Lucia. 2004. "Science as the Center of a Coherent, Integrated Early Childhood Curriculum." *Early Childhood Research Quarterly* 19 (1): 138–149.
- Geertz, Clifford James. 1984. "From the Native's Point of View: On the Nature of Anthropological Understanding." In *Culture Theory: Essays on Mind, Self, and Emotion*, ed. R. A. Shweder y R. LeVine. Cambridge: Cambridge University Press.
- 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., 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.
- Glewwe, P., E. Hanushek, S. Humpage, y R. Ravina. 2011. "School Resources and Educational Outcomes in Developing Countries: A Review of the Literature from 1990 to 2010." Unpublished manuscript, University of Minnesota.
- Goldenberg, P., M. June, S. Sword, y A. Cuoco. 2010. "Developing Mathematical Habits of Mind." *Mathematics Teaching in the Middle School* 15 (9): 505–509.
- Heyneman, S. P., D. T. Jamison, B. Searle, y K. Galda. 1981. "Improving Elementary Mathematics Education in Nicaragua: An Experimental Study on the Impact of Textbooks and Radio on Achievement." *Journal of Educational Psychology* 73(4): 556–567.
- Hiebert, James, Thomas P. Carpenter, Elizabeth Fennema, Karen C. Fuson, Diana Wearne, y Hanlie Murray. 1997. *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- House, J. Daniel. 2006. "Mathematics Beliefs and Achievement of Elementary School Students in Japan and the United States: Results From the Third International Mathematics and Science Study." *The Journal of Genetic Psychology* 167(1): 31–45.

- IEA (International Association for Evaluation of Educational Achievement). 2007. Trends in Mathematics and Science Studies (TIMSS). http://timss.bc.edu/TIMSS2007/idb_ug.html.
- Kremer, Michael, y Alaka Holla. 2009. "Improving Education in the Developing World: What Have We Learned from Randomized Evaluations?" *Annual Review of Economics* 1: 513–545.
- Krueger, Alan B. y Diane M. Whitmore. 2001. "The Effect of Attending a Small Class in Early Grades on College-Test Taking and Middle School Test Results: Evidence from Project STAR." *Economic Journal* 111(468): 1–28.
- Levin, Henry M., y Marlaíne Lockheed. 1993. *Effective Schools in Developing Countries*. London: Falmer.
- Marzano, R. J., D. J. Pickering, y J. E. Pollack. 2001. "Classroom Instruction That Works: Research-Based Strategies for Increasing Student Achievement." Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- MEC (Ministerio de Educación y Cultura). 2010. "Informe preliminar SNEPE." Asunción, Paraguay.
- Mosteller, Frederick. 1995. "The Tennessee Study of Class Size in the Early Grades." *The Future of Children* 5(2): 113–27.
- National Committee on Science Education Standards and Assessment, National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). 2009. Program for International Student Assessment. www.oecd.org/edu/pisa/2009.
- Pesek, Dolores, y David Kirshner. 2000. "Interference of Instrumental Instruction in Subsequent Relational Learning." *Journal for Research in Mathematics Education* 31(5): 524–40.
- Resnick, Lauren. 1989. "Developing Mathematical Knowledge." *American Psychologist* 44 (2): 162–169.
- Silva, Elena. 2012. "Off the Clock: What More Time Can (and Can't) Do for School Turnarounds." Education Sector Reports, Education Sector, Washington, DC.
- Skemp, Richard. 1987. *The Psychology of Learning Mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Starkey, P., A. Klein, y A. Wakeley. 2004. "Enhancing Young Children's Mathematical Knowledge Through a Pre-Kindergarten Mathematics Intervention." *Early Childhood Research Quarterly* 19 (1): 99–120.
- Stigler, James W., Patrick Gonzales, Takako Kawanaka, Steffen Knoll, y Ana Serrano. 1999. *The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Findings from an Exploratory Research Project on Eighth-Grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Stigler, James W., Ronald Gallimore, y James Hiebert. 2000. "Video Surveys to Compare Classrooms and Teaching Across Cultures: Examples and Lessons from the TIMSS Video Studies." *Educational Psychologist* 35 (2): 87–100.
- UNESCO-LLECE (Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia, la Educación y la Cultura-Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación). 2008. *Los Aprendizajes de los Estudiantes de América Latina y el Caribe*. Primer reporte SERCE. Santiago, Chile: OREALC/UNESCO.

Valverde, G., y E. Näslund-Hadley. 2009. "The State of Numeracy Education in Latin America and the Caribbean." Nota técnica IDB-TN-185, División de Educación, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Wood, D., J. Bruner, y G. Ross. 1976. "The Role of Tutoring in Problem Solving." *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 17(2): 89-100.

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

Otras publicaciones del BID de posible interés

Diether Beuermann, Emma Naslund-Hadley, Inder J. Ruprah y Jennelle Thompson. 2012. "La pedagogía en ciencias y medio ambiente: Evidencias experimentales en Perú." OVE Documento de trabajo, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Emma Näslund-Hadley, Juan Manuel Hernández-Agramonte, Ernesto Martínez y Caitlin Ludlow. 2012. "Cómo gestar pequeños matemáticos: comprensión matemática temprana en Paraguay." BID Aporte No. 20, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Emma Näslund-Hadley y Armando Loera. 2011. "El aula de matemáticas desde adentro: Cualidades de un docente eficaz." BID Aporte No. 11, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Emma Näslund-Hadley. 2011. "Menos palabras y más juego: Mejora del aprendizaje de las Matemáticas en Argentina." BID Aporte No. 9, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Emma Näslund-Hadley. 2011. "Enfoques Creativos para Aprender Matemáticas y Ciencias Naturales." BID Folleto, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Emma Näslund-Hadley, Jennelle Thompson, y Marcelo Norsworthy. 2010 "Despertando la curiosidad científica en Perú." BID Aporte No. 7, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Valverde, Gilbert, y Emma Naslund-Hadley. 2010. "La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe." BID Notas Técnicas 211, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

Emma Näslund-Hadley, Pablo Ibarrarán y Marcelo Cabrol. 2009. "Más allá de la Tiza y las Palabras: Educación Experimental de Matemática y Ciencias en Argentina." BID Aporte No. 1, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, DC.

En 2009, cuando por primera vez el gobierno de Paraguay y el BID aunaron esfuerzos para mejorar el aprendizaje en matemáticas y ciencias, el primer interrogante que surgió fue como obtener información acerca de la didáctica utilizada. Algunas de las preguntas que deseábamos responder eran: ¿De qué manera se abordan dentro del aula el pensamiento científico-matemático y la resolución de problemas? ¿Cómo influye en la instrucción el conocimiento que tiene el docente sobre los contenidos? ¿De qué manera los docentes inspiran a sus estudiantes a aprender y pensar en ciencias y matemáticas? ¿Qué papel desempeña en la instrucción el aprendizaje basado en la indagación? Mediante la observación sistemática de lo que sucede dentro del aula, pudimos identificar prácticas y rutinas compartidas y en esencia comunes entre distintas culturas. Algunas de esas prácticas áulicas compartidas constituyen fortalezas que pueden servir de cimientos. Otras, es posible que no sean conducentes para el aprendizaje o, incluso, puedan obstaculizarlo.

El atributo cultural aparentemente más significativo y compartido que se observó a través del estudio en las aulas de Paraguay es la ausencia de prácticas interactivas y basadas en la indagación. En matemáticas, los estudiantes de Paraguay dedican la mayor parte de las lecciones a la memorización de fórmulas y procedimientos. En ciencia, memorizan hechos y la historia de la ciencia. Cuando ellos, o sus docentes, llevan a cabo experimentos, no lo hacen para formular y verificar hipótesis, sino para practicar procedimientos o verificar hechos sobre los cuales ya han sido informados. Este tipo de prácticas de la enseñanza están claramente a contramano de la literatura sobre los métodos de enseñanza adecuados para el aprendizaje del razonamiento matemático- científico y la resolución de problemas. Cuando no se da tiempo a los estudiantes para ponderar distintas estrategias, no pueden desarrollar la confianza y las destrezas que necesitan para adquirir el pensamiento crítico.

Esperamos que la comprensión de la realidad que presenta el estudio provoque un debate más profundo acerca de cómo cambiar las prácticas docentes para matemáticas y ciencias. Este debate debería involucrar no solo a maestros, administradores y capacitadores docentes, sino también a los padres, al sector privado y a todos aquellos a quienes les interese la calidad de la educación en matemáticas y ciencias de los niños en Paraguay. Como conclusión, queremos destacar algunas preguntas que podrían servir como punto de partida para pensar de qué manera los distritos escolares pueden hacer que la matemática y la ciencia basadas en la indagación lleguen realmente al aula.

Agradecimientos

Los autores agradecen al BID el financiamiento de estas investigaciones a través de su Fondo Especial Japonés de Reducción de la Pobreza, el Fondo Social y el Fondo de Generación de Conocimientos Económicos.

