

## CAPÍTULO

## 6

# Aplicación del programa de Matemáticas en aulas de décimo año: un estudio de observación

## HALLAZGOS RELEVANTES

- La observación de aulas de Matemáticas revela poco desperdicio de tiempo, con lecciones tradicionales (exposiciones magistrales y atención de consultas) y poco participativas.
- El cuerpo docente a cargo de los grupos observados es altamente homogéneo, tanto por sus características profesionales, como por su grado de conocimiento sobre el programa de Matemáticas y la manera en que se aplica en el aula.
- Se identificaron dos grupos de docentes según su dominio del currículo: 8 que tienen un conocimiento básico y 22 muestran niveles deficientes en este ámbito.
- Los profesores observados, independientemente de su grado de conocimiento del programa, no realizan actividades de resolución de problemas: solo un 1,3% del tiempo se emplea en ese tipo de ejercicios.
- La mayoría de los educadores no usa material de apoyo para dar sus lecciones; se limitan a usar la pizarra y trabajar con textos impresos (fotocopias). La tecnología es solo un accesorio que sustituye la pizarra.
- Los docentes destinan el 70% del tiempo de la clase a la enseñanza y un 20% a la gestión del aula (pasar lista y entregar trabajos). El 10% restante corresponde a actividades distintas al aprendizaje, como interacción social con alumnos u otros docentes
- Los estudiantes dedican el 80% de su tiempo al aprendizaje y el 20% a actividades de “no aprendizaje”.
- La mayor parte del tiempo de aprendizaje se dedica a actividades pasivas y con poca participación en equipos de trabajo. Por lo general los estudiantes juegan un papel de receptores.
- Las recopilaciones de materiales impresos y los cuadernos son los recursos más utilizados por los alumnos. En ninguna de las aulas se observó el uso de la tecnología por parte de los estudiantes.
- Una prueba de conocimiento aplicada a estudiantes de décimo año al inicio del curso lectivo reveló bajos niveles iniciales. Ser hombre, de nivel socioeconómico alto y no haber repetido algún año son los factores que se asocian a puntajes más altos
- Una segunda prueba, aplicada al final del curso lectivo, mostró cambios poco significativos. Los alumnos no mejoraron sustantivamente los conocimientos que debieron adquirir en el décimo año.
- La huelga magisterial declarada entre septiembre y noviembre de 2018 impidió aplicar las dos pruebas a la totalidad de la muestra seleccionada; solo 146 estudiantes participaron en la segunda evaluación.
- La prueba aplicada se construyó con ítems de bachillerato. El análisis de los mismos muestra poca relación con el currículo vigente, ya que no propician metodologías de trabajo más retadoras y participativas.
- Se investigaron las redes de estudio que forman los alumnos entre sí, fuera de las aulas. Se encontró poca relación entre estos grupos y el rendimiento estudiantil.
- Los alumnos, con notas extremas: muy bajas o altas socializan menos a la hora de estudiar para las pruebas.
- Solo en pocos colegios, la mayoría de los alumnos participa en redes de estudios de Matemáticas; en la mayoría de los colegios todos los alumnos o la mayoría trabajan individualmente.
- Los estudiantes con notas intermedias son los que generan un tejido de relaciones de estudio, pero son una minoría (la mayoría de los alumnos tiene notas bajas).



## VALORACIÓN GENERAL

El capítulo especial del *Séptimo Informe Estado de la Educación* da continuidad a la línea de investigación iniciada en la edición anterior basada en la aplicación de ejercicios de observación de clases, con el fin de entender mejor cómo aprenden los estudiantes y los factores asociados a su rendimiento académico. En aquella ocasión se realizó una observación más general de los ambientes de aula considerando aspectos físicos, ambientales y funcionales; en esta edición el foco de atención principal fueron las prácticas que los docentes de Matemáticas realizan en el marco de la aplicación del programa de estudios vigente desde el 2012. Para esto se recurrió a observadores especializados que son docentes de matemáticas y se encargan de su formación a nivel universitario.

Los resultados ofrecen una primera mirada exploratoria sobre la manera como se desarrollan las lecciones de esta materia en grupos de décimo año pertenecientes a colegios ubicados en la GAM y que fueron seleccionados por ser centros educativos de gran tamaño. Si bien las conclusiones no pueden extrapolarse más allá de los casos observados y las relaciones encontradas no se pueden entender como vínculos causales, el estudio identifica hallazgos sugerentes y recopila información de gran utilidad que sirve de base para futuras investigaciones sobre el tema y pueden alimentar, con las precauciones del caso, el desarrollo de sistemas de seguimiento sobre la calidad de las lecciones que se imparten en las aulas costarricenses.

Ciertamente, la efectiva implementación de una reforma curricular en matemática implica plazos de implementación extensos, pues su enfoque centrado en el desarrollo de las habilidades superiores implica cambios sustanciales en la forma de impartir lecciones y en las relaciones que se establecen entre los actores; es decir, en el papel del docente como facilitador del conocimiento y del estudiante como protagonista del proceso de aprendizaje. Con esta precaución, a siete años de aprobada la reforma, la expectativa era que pudieran observarse áreas de progreso, aunque parciales, en las prácticas docen-

tes. Sin embargo, el panorama encontrado en el ejercicio de observación no es alentador. El capítulo encuentra que, contrario a lo esperado, la reforma sigue sin ser aplicada en ninguna de las lecciones en las que se realizó la observación. Ello hace todavía más urgente la realización de estudios en otras regiones del país, para determinar si ésta situación también está presente ahí, a fin de diseñar acciones correctivas. En todo caso, ya podrían implementarse estrategias en los colegios estudiados.

Un primer hallazgo fue que en el nivel de décimo -un año antes de que los estudiantes culminen el último ciclo de su formación general básica- estas lecciones son de calidad deficiente. Por un lado, las lecciones muestran un divorcio entre lo solicitado en el programa y lo observado, en las secciones incluidas en el estudio el currículum vigente no se está aplicando. Los datos revelan el predominio de clases magistrales, poco participativas y sin uso de la tecnología como recurso didáctico. La pizarra se utiliza como el principal medio para dar la clase y la tecnología disponible en el aula se subutiliza, casi siempre, como sustituto de la pizarra. Aunque, a diferencia de la edición anterior, no se registraron pérdidas importantes del tiempo lectivo, en el ejercicio de observación realizado para este informe pudo constatarse la ausencia de didácticas novedosas y de la mediación de conocimientos según lo dicta la malla curricular. Por otro lado, en las clases observadas los alumnos son meros receptores de conocimientos, las actividades propuestas para ellos son pasivas y los docentes no lograron involucrarlos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En efecto, las estrategias utilizadas por los profesores no logran enganchar al grupo y estos pasan gran parte de su tiempo distraídos, copiando de la pizarra o haciendo ejercicios repetitivos sin realimentación por parte del docente.

Las aulas observadas revelan la predominancia de un currículum oculto, con prácticas que tiene poco que ver con el desarrollo de habilidades superiores, la inclusión de procesos matemáticos y la aplicación de la metodología de resolución de problemas, elementos que están en el corazón de la reforma. Luego de siete años desde que se aprobaron

los cambios, en esas aulas no se han experimentado los cambios sustanciales que la reforma curricular propulsó; lo que impera es un conjunto de prácticas docentes que no se han modificado a pesar de los nuevos lineamientos aprobados en 2012.

Los docentes estudiados, las personas encargadas de llevar a la práctica diaria la malla curricular vigente, tienen un dominio deficiente del programa y poca promoción de actividades relacionadas con procesos matemáticos y resolución de problemas. Esta situación se ve agravada por falencias en el cumplimiento, por parte del MEP en una serie de procesos que debieron ocurrir de manera paralela con la reforma, tales como el acompañamiento a los docentes en las aulas, la supervisión de las lecciones con fines de mejora y cambios en las pruebas nacionales de macro evaluación, de forma que se asegurara la correspondencia entre lo que se pretende, se hace y lo que se evalúa.

En relación con esto último, un segundo hallazgo del capítulo fue la desconexión entre las pruebas nacionales de Matemáticas y los lineamientos curriculares, desarticulación que se explica por el hecho que ambos elementos se llevaron a cabo como procesos distantes y poco sincronizados. Este Informe identificó que ítems utilizados en las macro evaluaciones de los últimos años para acreditar los conocimientos de los estudiantes al culminar el colegio no muestran concordancia con las demandas de la reforma. Se aplicó a los estudiantes una prueba conformada por un grupo de ítems de bachillerato, tanto a inicios como a final de año. El análisis sobre estos ítems encontró que se caracterizaban por ser memorísticos, descontextualizados y sin integración de procesos. También se halló que, pese al bajo nivel de dificultad de los mismos, los estudiantes no rindieron de forma satisfactoria: los resultados muestran bajos puntajes y poco cambio a lo largo de un ciclo lectivo. El análisis revela que los alumnos que obtuvieron una mejor calificación fueron aquellos que se consideran buenos en matemáticas y que, además, trabajan con docentes que dedican un menor porcentaje de su tiempo a actividades de gestión de aula.

Aunque estos resultados ofrecen pistas importantes para futuras investigaciones, sus alcances se vieron significativamente afectados por factores ajenos a la investigación, por lo que deben tomarse como hallazgos ilustrativos. En efecto, la huelga magisterial del 2018, que se extendió entre setiembre y noviembre, provocó que solo 20% de los estudiantes completaron la segunda prueba. Es un número suficiente para realizar análisis estadísticos, pero no para inferencias robustas para el conjunto de la población estudiada.

El ejercicio realizado permitió, por primera vez, aportar elementos sobre los alumnos y sus dinámicas de estudio dentro y fuera del aula. Mediante el análisis de las redes que ellos conforman, se logró identificar una serie de interacciones diferenciadas, poco cohesionadas y conformadas sin intervención del docente. Tres conclusiones, aunque preliminares, se desprenden de este análisis. La primera es que el trabajo colaborativo no es una práctica generalizada. A pesar de que el programa promueve este tipo de dinámica por su utilidad para fomentar el trabajo en equipo y la resolución de problemas, los

alumnos reportaron bajos niveles de integración a grupos de estudio y solo una minoría se asocia con sus compañeros para estudiar para las pruebas o hacer tareas.

Además, el estudio determinó que los alumnos se agrupan por iniciativa propia: más del 80% indicó que el profesor no interviene en la conformación de los grupos. Esta situación favorece la conformación de redes según afinidades, pero al mismo tiempo revela que estas no están siendo contempladas como parte de una estrategia pedagógica por parte de los docentes. Al dejar que sus alumnos trabajen con quien prefieran siempre, los profesores dejan pasar la oportunidad de fomentar habilidades blandas que se requieren para trabajar en equipos diversos. Una consecuencia de esto es que las redes observadas se comportan como islas que no se comunican entre sí dentro de una misma sección, pues los alumnos buscan compañeros con comportamientos y prácticas de estudio similares.

La tercera conclusión de este estudio recalca la necesidad de ahondar más en la investigación de las redes de estudio en el aula. No se encontró una relación clara entre rendimiento académico y las redes de estudio pues los alumnos que muestran comporta-

mientos asociativos tienen rendimientos medios, mientras que los estudiantes con notas en el extremo alto o bajo de la evaluación tienden a estudiar solos. Este tema requiere mayor profundización pues es preciso determinar si estas redes están funcionando como mecanismo de exclusión o si están limitando el progreso de algunos alumnos que podrían tener rendimientos más altos si trabajaran con otras personas.

Finalmente, el estudio de aulas revela que los cambios en las políticas educativas tienen poco efecto si no se realizan, de forma simultánea, trabajos de acompañamiento y monitoreo constante a quienes forman la columna vertebral del sistema: los docentes y los estudiantes. En los próximos años será de vital importancia atender los problemas señalados, así como emprender una serie de investigaciones para profundizar en el estudio de las dinámicas de aula y sus diferencias en las distintas regiones del país, con el fin de establecer grados de implementación de la reforma y rutas de intervención a la medida.

## CAPÍTULO

## 6

# Aplicación del programa de Matemáticas en aulas de décimo año: un estudio de observación

## Introducción

Este capítulo recoge los resultados de una investigación única en su tipo en el campo educativo costarricense. Si bien en la edición anterior de este Informe ya se había realizado un ejercicio de observación de aulas en centros de secundaria, el presente trabajo ofrece algunas novedades. La primera es que tuvo el objetivo explícito de buscar relaciones entre el rendimiento de los estudiantes y las dinámicas en que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para lograr este propósito fue necesario evaluar a los alumnos. En coordinación con el MEP, se aplicó una prueba estandarizada con ítems tomados del banco de preguntas que se usa para los exámenes de bachillerato.

La segunda novedad es una consecuencia directa de la selección de la prueba y responde a una motivación logística. Al escoger ítems del examen de bachillerato para evaluar los conocimientos de los estudiantes, era necesario trabajar con los niveles superiores de secundaria. Se descartó hacerlo con alumnos del último año debido a que la cantidad de actividades a las que estos deben asistir reduce los meses de clases, lo que habría dificultado la realización de visitas a las aulas. Por

tanto, se trabajó con grupos de décimo en una muestra de colegios públicos de la GAM ampliada, es decir, desde Grecia hasta Turrialba.

La tercera novedad radica en los instrumentos utilizados. Se usó el mismo protocolo de observación empleado en la edición anterior, pero modificado de tal modo que permitiera captar, en dos visitas a cada colegio, el grado de aplicación del programa de Matemáticas vigente. Este cambio permitió valorar en qué medida los docentes han integrado la metodología de resolución de problemas para desarrollar habilidades en sus estudiantes. Complementariamente se aplicaron otros cuestionarios, pero esta vez se incluyó un instrumento con el propósito explícito de conocer las redes de estudio que forman los alumnos entre sí y determinar si existe alguna relación entre estas y su rendimiento.

Finalmente, aunque en el país se han realizado múltiples ejercicios de observación de aula y otros para verificar el grado de implementación de la reforma curricular de Matemáticas aprobada en 2012, ninguno lo ha hecho de forma combinada, con la escala y el alcance geográfico de este estudio.

A pesar de estas novedades, la investi-

gación presenta dos características que lo asemejan al ejercicio realizado en la edición anterior: se efectuó en lecciones de Matemáticas y utilizó el mismo método para recolectar información. Estas similitudes no hacen que ambos estudios sean comparables, pero sí ayudan a comprender que los hallazgos no son aislados y que los problemas encontrados responden a un conjunto de rasgos estructurales del sistema educativo costarricense. En pleno 2018, las lecciones se seguían impartiendo de la manera en que se hacía mucho antes de la reforma curricular: los alumnos de hoy reciben clases parecidas a las que tuvieron sus padres, a pesar de los cambios en las tecnologías y en el programa.

El *Informe Estado de la Educación* ha señalado reiteradamente el problema del bajo rendimiento en Matemáticas, que se da de modo sistemático en cualquier prueba que se aplique. En respuesta a esa situación, en 2012 se promulgó una reforma curricular que pretende cambiar la manera de impartir la asignatura, para dotar a los alumnos de conocimientos y habilidades que les permitan satisfacer las nuevas demandas del mercado laboral. En distintas investigaciones, el Informe ha corroborado que el cambio

no se ha dado de forma satisfactoria y, el estudio acá expuesto revela que el programa vigente no funciona como guía para desarrollar las lecciones observadas, que hay poca participación de los estudiantes y su avance en un año lectivo, en términos de rendimiento, es poco significativo.

Dicho esto, el capítulo no se centra en la explicación del rendimiento estudiantil; más bien se sirve de los insumos recolectados en las observaciones y los instrumentos aplicados a docentes y alumnos, para dar cuenta de las dinámicas de aula y su relación con lo propuesto en el currículo vigente. Para esto se divide en siete apartados, además de esta introducción. El primero contiene la “Valoración general”, que es una síntesis analítica de los resultados encontrados con una mirada sobre los desafíos que representan para el sistema educativo costarricense. El segundo hace un breve recorrido sobre los antecedentes de la investigación y las consideraciones metodológicas que permiten entenderla.

La tercera parte describe los hallazgos de la observación de aulas, el perfil de los docentes y algunas características de los estudiantes, con el fin de ofrecer un panorama de las lecciones que se imparten en el país a nivel de décimo año. También, en la cuarta sección, se exponen los resultados de un ejercicio exploratorio efectuado para conocer el desempeño de los alumnos en las pruebas aplicadas al inicio y al final del curso lectivo, y las variables (personales y educativas) que muestran mayor relación con el cambio en los puntajes entre ambas evaluaciones. Además, en la quinta parte, se analiza el papel de las pruebas estandarizadas dentro de la reforma curricular, su grado de coincidencia con el programa vigente.

En el sexto acápite se presentan las conclusiones de un análisis de redes que se realizó mediante consulta a los alumnos, sobre los grupos que forman para trabajar en clase o estudiar en casa. El capítulo cierra con una sección sobre desafíos y recomendaciones para la política educativa, que conforman la séptima sección.

El estudio principal y el trabajo de campo estuvieron a cargo del equipo de investigación de la Escuela de Enseñanza de las Matemáticas de la UNED. Fue

necesario incluir un grupo de personas capacitadas en la materia para poder realizar una observación interesada en un área específica y determinar el grado de congruencia entre lo que propone el currículo y lo que sucede en el aula.

### Delimitación del estudio: antecedentes y metodología

En este apartado se presentan los elementos para entender el contexto en que se llevó a cabo el estudio y la aproximación metodológica con que se realizó. La idea es ofrecer un encuadre que le permita al lector comprender en detalle el trabajo efectuado. En la primera sección se hace un recorrido por algunas investigaciones desarrolladas en el país sobre la implementación de la reforma curricular de Matemáticas iniciada en 2012, y una breve reseña del análisis sobre el tema que se incluyó en el *Sexto Informe Estado de la Educación*. La sección metodológica describe el proceso de investigación y los instrumentos utilizados para la recolección de datos.

### Estudios de observación de aula e implementación del programa de Matemáticas

A nivel internacional, especialmente en Estados Unidos, son frecuentes las investigaciones que buscan relacionar las prácticas de aula y el rendimiento de los alumnos. En general se trata de estudios de valor agregado (Harris, 2009; Harris et al., 2014; Castro Morera et al., 2015; Hanushek y Rivik, 2010; Kyriakides y Creemers, 2011; Kim y Lalancette, 2013; Briggs, 2011) que han sido criticados por utilizarse para generar políticas educativas docentes, pero que tienen un alto valor explicativo sobre el quehacer diario en el aula. Ese tipo de trabajos ha permitido monitorear procesos de implementación curricular y factores asociados al desempeño estudiantil, principalmente aquellos sobre los que el docente tiene influencia directa.

Estos estudios se realizan en lugares que cuentan con sistemas de seguimiento constante, que monitorean el avance de los alumnos, recolectan información sobre la práctica docente en las aulas y ofrecen retroalimentación para la mejora.

En Costa Rica no han sido numerosos los análisis de ese tipo y, más bien, lo que se encuentra es un conjunto de investigaciones cualitativas de observación de aula para casos puntuales. Lo que sí se ha realizado en el país son evaluaciones sobre los niveles de aplicación del programa de estudios. Las investigaciones de Alfaro et al. (2004) y Chaves (2007) encontraron que los docentes de Matemáticas tenían dificultades para desarrollar algunos contenidos incluidos en la propuesta curricular de 2005 (MEP 2005a y 2005b), situación que coincide con las constantes críticas expresadas por las universidades en esa época, sobre la deficiente formación con que el estudiantado estaba ingresando a esas instituciones.

Por su parte, Chaves et al. (2010) analizaron la concordancia entre la realidad de aula, los programas del MEP y la formación de docentes de Matemáticas. Participaron 249 profesores de colegios académicos diurnos públicos de 15 regiones educativas y estudiantes de 19 secciones de distintos niveles (séptimo, octavo, noveno y undécimo). Entre las principales conclusiones se señalaron debilidades en el dominio de los fundamentos teóricos y prácticos de los programas y la existencia de un divorcio entre la realidad del aula y lo propuesto en los planes de estudios.

En 2012 se aprobó la reforma curricular, que introdujo un conjunto de cambios en los paradigmas que se venían manejando en la enseñanza de las Matemáticas (recuadro 6.1). La propuesta generó reacciones en la comunidad educativa y requirió un proceso de sensibilización y capacitación para llevarla a la práctica. En 2014 se realizó una investigación para conocer cómo se estaba trabajando este tema en centros educativos públicos de secundaria. El estudio involucró a 287 docentes de séptimo, octavo y noveno años a nivel nacional (Lentini y Villalobos, 2014). El 72% de ellos declaró conocer mucho sobre la reforma de Matemáticas y el 80% que la estaba ejecutando. Se identificaron divergencias entre los docentes en cuanto a sus actitudes frente al programa y se clasificaron en cuatro grupos: los

dedicados, los pasivos, los entusiastas y los aislados (PEN, 2015).

Por su parte, el Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica (PREMCR) en coordinación con el MEP, llevó a cabo varios planes piloto para sentar las bases del proceso de implementación y determinar posibles debilidades (Espinoza y Zumbado, 2015). El estudio fue cualitativo, con 36 profesores de secundaria seleccionados por los asesores pedagógicos del Ministerio. Los docentes se sintieron satisfechos y no identificaron dificultades en la estrategia metodológica propuesta. Se obtuvo una valoración muy aceptable de los elementos principales de la malla curricular y la actitud de los estudiantes hacia la reforma fue satisfactoria, ya que mostraron mayor interés en las Matemáticas.

El plan piloto realizado en 2013 consistió en monitorear y evaluar la primera puesta en práctica de la reforma, a través de un estudio mixto: cuestionario a docentes y asesores pedagógicos y observaciones de aula. Los asesores de Matemáticas fungieron como observadores de los profesores, lo que garantizaba el conocimiento de la disciplina (PREMCR, 2015). Los resultados indicaron que algunos educadores no habían logrado interiorizar el currículo y que en la medida en que la micro y macroevaluación no incluyeran ítems de desarrollo usando resolución de problemas, el cambio curricular no sería evidente. Se resaltó el hecho de que, antes del proceso de monitoreo, los docentes no habían logrado hacer un planeamiento coherente con la organización de la lección y las indicaciones puntuales incluidas en los programas, y que después del proceso lo consiguieron, por lo que se concluyó que la implementación de la reforma era factible.

En 2015 se efectuó un nuevo plan piloto, de tipo cualitativo. Se recolectó información a través de cuestionarios, observación no participante y estudio de casos. Aunque 15 docentes de noveno año tomaron parte en el ejercicio, se seleccionaron solo 5 para una evaluación en detalle, debido a que se contaba con la información completa de las observaciones realizadas por el asesor

### Recuadro 6.1

#### Principales cambios introducidos por la reforma curricular de Matemáticas

Los nuevos programas aprobados en 2012 iniciaron un proceso de “reforma matemática” amplia y profunda, que introdujo cinco cambios principales:

1. Se enfatiza en cinco capacidades cognitivas superiores transversales a las áreas matemáticas, formuladas en términos de “procesos” (razonar y argumentar, plantear y resolver problemas, conectar, comunicar, representar). La estructura de intervención de esos procesos establece niveles de complejidad creciente (reproducción, conexión y reflexión). Las capacidades se deben desarrollar conscientemente en la mediación pedagógica, en la evaluación de aula y en las pruebas nacionales.
2. Aunque se prioriza el desarrollo de capacidades superiores, la malla curricular parte de conocimientos y habilidades de

corto plazo (específicas) y se organiza según los ciclos educativos (generales), se fomenta la integración de habilidades en toda la acción educativa.

3. Se promueve la “contextualización activa”, es decir, un trabajo en contextos reales que permita visualizar las Matemáticas como práctica que fomenta una relación con los entornos estudiantiles, ayudando en particular a combatir la “matefobia”.
4. Cada área matemática considerada posee enfoques específicos, por ejemplo, en Estadística y Probabilidad no se propone el mero cálculo (de mediana, moda, desviación standard), sino el análisis de la información y la toma de decisiones.

Fuente: Ruiz, 2019.

pedagógico en tres fechas distintas. Se determinó que en la mayoría de los casos el planeamiento estuvo bien enfocado en cuanto a la integración de habilidades; se observó dominio de los fundamentos del programa oficial, especialmente la puesta en práctica de los cuatro momentos propuestos para organizar las lecciones. También hubo una estrecha relación entre lo planeado y lo ejecutado, así como coherencia entre planeamiento, mediación pedagógica y resultados en términos de la integración de habilidades propuesta por cada docente.

En cuanto al trabajo realizado por el Estado de la Educación, cabe recordar que, desde su cuarta edición, este Informe ha dedicado esfuerzos importantes a entender los bajos resultados estudiantiles en distintas pruebas nacionales e internacionales. Mediante un conjunto de aproximaciones indirectas se logró evidenciar el efecto que tienen, sobre los puntajes obtenidos, las características personales y familiares de los

alumnos, el entorno en que se desarrollan y su desempeño previo en el sistema. Adicionalmente, se constató que el centro educativo y los ambientes de aprendizaje influyen en el desempeño académico. Un análisis efectuado con datos de las pruebas PISA permitió determinar que gran parte de las variaciones en los resultados de los estudiantes es atribuible a factores escolares (Giménez y Arias, 2016).

Sin importar la metodología o la fuente de datos, los estudios coinciden en un punto: existe un conjunto de factores que afectan el desempeño estudiantil y que no han sido captados por las mediciones en pruebas estandarizadas. La razón de ello es que se sabe poco acerca de lo que sucede en el aula y las dinámicas de aprendizaje que se desarrollan en las lecciones. Con el fin de compensar ese vacío de información, para el Sexto Informe se llevó a cabo una investigación pionera en 68 colegios académicos diurnos, que incluyó ejercicios de observación directa

en 118 salones de clases (PEN, 2017).

Los resultados de ese trabajo sentaron un precedente importante. El Informe identificó un deterioro notable de los materiales en las aulas, así como condiciones ambientales poco propicias para el aprendizaje. Se encontró un problema sistemático de elevados niveles de ruido y luz poco adecuada para actividades de lectura y escritura, además de aulas poco ventiladas y con temperaturas no aptas para las zonas climáticas donde se ubican los colegios.

La misma investigación encontró, durante el desarrollo de las lecciones, el predominio de actividades poco participativas y centradas en el docente, escasez de espacios para la discusión e instancias para trabajar con grupos pequeños de estudiantes. Una estimación del uso del tiempo lectivo determinó que, en las clases observadas, se perdía cerca de la mitad del tiempo en actividades no relacionadas con el aprendizaje.

Entre las conclusiones más relevantes del capítulo se encuentra la imposibilidad de vincular de manera directa los resultados de desempeño agregado del colegio con los datos recolectados en las observaciones de aula. La principal limitante era que las unidades de medición son completamente distintas: por un lado, la información de aulas para grupos específicos dentro de la institución y, por otro, una medida de desempeño académico que recoge el promedio de aprobación, repitencia y deserción para todo el centro educativo.

La decisión de dedicar un capítulo especial a este tema responde a la necesidad de vincular el rendimiento estudiantil con los datos recopilados en las aulas y los ambientes de aprendizaje observados. Una particularidad importante es que, en esta ocasión, se aplicaron pruebas a los alumnos y se recolectó información especializada sobre las prácticas pedagógicas y su correspondencia con el programa vigente.

### Observación de aula y evaluación de rendimiento: metodología utilizada

El Séptimo Informe continúa la línea de investigación de observación de aula,

esta vez en aulas de décimo año. El estudio realizado combinó técnicas cualitativas y cuantitativas para recabar información sobre el proceso educativo y sus resultados. Su objetivo primordial fue profundizar en los aspectos que determinan el rendimiento académico. Para esto, se hicieron dos pruebas a los alumnos, al inicio y al final de ciclo lectivo de 2018, y se recolectaron datos sobre el uso del tiempo, las actividades y los materiales que se usan en el aula. Dos innovaciones particulares que distinguen a este trabajo de otros realizados con anterioridad, es que se efectuaron dos ejercicios de observación en cada grupo y que el cuestionario aplicado incluyó, de forma explícita, un conjunto de ítems para captar el grado en que las dinámicas de aprendizaje se ajustan a la malla curricular vigente.

Para lograr los objetivos del estudio fue vital contar con un grupo especializado, con amplio conocimiento del programa y de las dinámicas que tienen lugar en los centros de secundaria. Cinco personas expertas de la Escuela de Enseñanza de las Matemáticas de la UNED fueron las encargadas de llevar a cabo la investigación, con acompañamiento y apoyo logístico del Estado de la Educación. La iniciativa se desarrolló en el marco del Fondo Concursable<sup>1</sup> del Conare y el equipo fue seleccionado por un tribunal conformado por representantes de las universidades públicas.

La recolección de los datos requirió gestionar ante varias instancias del MEP el permiso de ingreso a los colegios. Además, se coordinó con el Departamento de Gestión y Evaluación de la Calidad (DGEC) para contar con una prueba estandarizada que permitiera captar el avance académico en un año lectivo, utilizando preguntas que el mismo Ministerio usa para evaluar y certificar los conocimientos de los alumnos. De esta forma, la población meta fue definida entre los estudiantes de décimo año del sistema educativo público, quienes se encuentran próximos a realizar pruebas de bachillerato, pero tienen un calendario menos ajustado que aquellos cursan en el último año de secundaria. El proceso de investigación se ilustra en la figura 6.1.

La investigación se ejecutó en una muestra de colegios públicos de la GAM (recuadro 6.2). También se incluyeron cinco centros privados seleccionados al azar, pero los resultados aquí reseñados solo abarcan las dependencias estatales. Los planteles se escogieron de una base de datos proporcionada por el MEP, entre aquellos que en 2017 registraban matrícula en noveno y décimo años.

En los colegios seleccionados se contactó al director o directora, para solicitar acceso a un grupo de décimo año escogido al azar, y los horarios respectivos para poder coordinar las visitas. En cada grupo se aplicaron cinco instrumentos: prueba corta, cuestionario sociodemográfico e instrumento de redes a los estudiantes, cuestionario de características profesionales y conocimientos sobre el programa a los docentes y el protocolo de observación de aulas (recuadro 6.3).

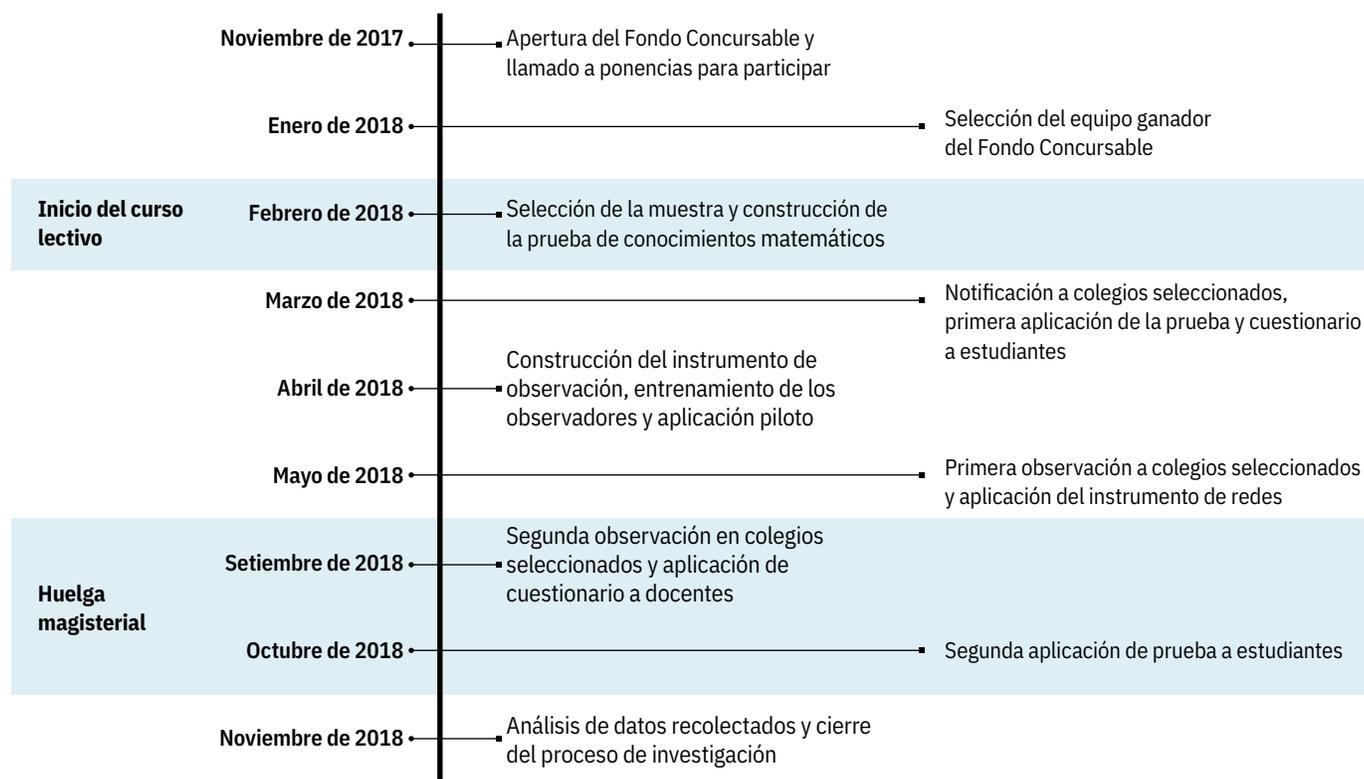
El elemento fundamental de este ejercicio fue la observación de las lecciones. Para ello se usó el método de “observación con instantáneas” de Stallings et al. (2014). El instrumento fue adaptado para el Sexto Informe del Estado de la Educación a fin de aplicarlo en el contexto costarricense (Zúñiga et al., 2016). Para esta edición se modificaron los ítems para poder utilizarlos en la asignatura de Matemáticas y captar la metodología propuesta en el programa de estudios.

Siguiendo el método de Stallings, cada lección se dividió en diez intervalos iguales, de manera que cada 7 minutos, según el caso, el observador captaba una “instantánea” en la que registraba a las personas en el aula, las actividades que realizaban y los materiales que utilizaban (figura 6.2). El observador se situaba en la parte posterior de la clase y hacía este ejercicio según el movimiento de las manecillas del reloj. Esto se repetía en los intervalos definidos, hasta que sonaba el timbre de salida<sup>3</sup>.

En otras palabras, mediante un muestreo de tiempo se registraba el proceso educativo y se extrapolaba para la duración total de la clase. El trabajo de campo fue realizado por cinco observadores previamente capacitados. Para garantizar la confiabilidad de los resultados, se realizaron

Figura 6.1

### Línea de tiempo del estudio de observación de aulas de Matemáticas en secundaria



Fuente: Elaboración propia con base en Mena et al., 2018.

### Recuadro 6.2

#### Descripción de la muestra para el estudio de observación de aulas de Matemáticas en secundaria

En esta investigación participaron treinta grupos de estudiantes de centros académicos públicos y cinco colegios privados, todos de décimo año con su respectivo profesor o profesora de Matemáticas. La muestra fue aleatoria en una población seleccionada por conveniencia, siguiendo criterios de viabilidad y representación para lograr un estudio que permitiera obtener conclusiones sobre el contexto de interés.

Se escogieron instituciones educativas pertenecientes a la Gran Área Metropolitana (GAM) ampliada, desde Turrialba hasta Grecia, todas diurnas y

académicas, a fin de facilitar la logística y la comparabilidad de los resultados. Se descartaron los colegios nocturnos, técnicos, las secundarias rurales, las unidades pedagógicas y los institutos de Educación General Básica. Además, la muestra se conformó entre colegios de más de quinientos estudiantes, con más de una sección de décimo año y el grupo de estudio se seleccionó de forma aleatoria.

Cada centro educativo se visitó al menos cuatro veces, entre febrero y octubre de 2018. Se realizaron dos jornadas de observación del aula, previa coordinación con el docente a cargo, quien llenó un cuestionario en línea,

y una visita adicional para que los alumnos llenaran un formulario de consulta sobre redes de estudio. En algunos colegios se logró concretar dos visitas para aplicar la prueba de conocimientos y el cuestionario de estudiantes. Sin embargo, la huelga ministerial impidió realizar ambas aplicaciones en todos ellos. La primera se realizó con un total de 792 estudiantes y la segunda, que se ejecutó entre septiembre y octubre, con 213.

Fuente: Mena et al., 2018.

### Recuadro 6.3

#### Instrumentos utilizados para el estudio de observación de aulas

La investigación realizada por Mena et al. (2018) buscó acercarse a la complejidad del proceso educativo, utilizando distintos instrumentos para la observación de aulas y la caracterización de a los actores (docentes y estudiantes).

##### Protocolo para la observación de aula:

Se tomó como referencia el protocolo de Stallings adaptado por el equipo de Zúñiga et al. (2016) y se efectuaron cambios para adecuarlo a los propósitos del nuevo ejercicio. Las modificaciones principales se hicieron para que las actividades registradas fueran específicas para la enseñanza de las Matemáticas y la metodología propuesta en el programa del MEP. Además, se incluyó una sección de “Desempeños esperados del docente” y se incorporó el registro de los cinco procesos matemáticos<sup>2</sup>, mediante acciones observables que fueron categorizadas por medio de tres indicadores para cada uno.

**Cuestionario docente:** Este instrumento consta de dos partes. La primera indaga

las características sociodemográficas, laborales y profesionales del docente. La segunda evalúa su conocimiento sobre los procesos matemáticos, la orientación del currículo, los momentos para la organización de las lecciones y los niveles de complejidad de los problemas (MEP, 2012). Es importante indicar que esta parte del cuestionario fue entregada inmediatamente después de finalizada una clase de 80 minutos y contestada por el docente en presencia de uno de los investigadores.

##### Prueba corta de conocimientos matemáticos:

Es una prueba de selección única que contiene catorce ítems utilizados en el examen de bachillerato en Matemáticas y que evalúa las habilidades específicas que se deben aprender en décimo año. La escogencia de las preguntas fue realizada por el Departamento de Gestión y Evaluación de la Calidad del MEP. Cabe reiterar que la prueba midió conocimientos de décimo año, los cuales no habían sido adquiridos de previo por los estudiantes; la finalidad de este procedimiento fue hacer una comparación entre

las calificaciones obtenidas antes y después de la mediación pedagógica. La segunda aplicación no se logró ejecutar de manera completa por la huelga magisterial.

**Cuestionario sociodemográfico:** Se aplicó a cada alumno luego de la prueba corta. Fue construido por el equipo técnico del Estado de la Educación, con preguntas para caracterizar la población estudiantil en cuanto a: características personales, académicas, económicas y su propia percepción de sus capacidades en Matemáticas, en términos de si atribuyen su éxito o fracaso al esfuerzo o la habilidad.

**Instrumento de redes educativas:** Se entregó a los alumnos una lista con los nombres de sus compañeros de clase y se solicitó a cada uno que indicara con quién estudia y con quién le gustaría hacerlo. El objetivo de este cuestionario fue recrear las redes de estudio de las y los jóvenes y asociarlas al puntaje que cada uno obtuvo en la prueba corta.

Fuente: Mena et al., 2018.

tres fases piloto con el fin de homologar criterios y obtener valores aceptables de fiabilidad (recuadro 6.4).

#### PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE OBSERVACIÓN DE AULAS

véase Mena et al., 2018  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

#### El programa de Matemáticas no está funcionando como guía para la práctica pedagógica

El *Informe Estado de la Educación* ha incurrido en la observación de aulas con el fin de entender mejor cómo fun-

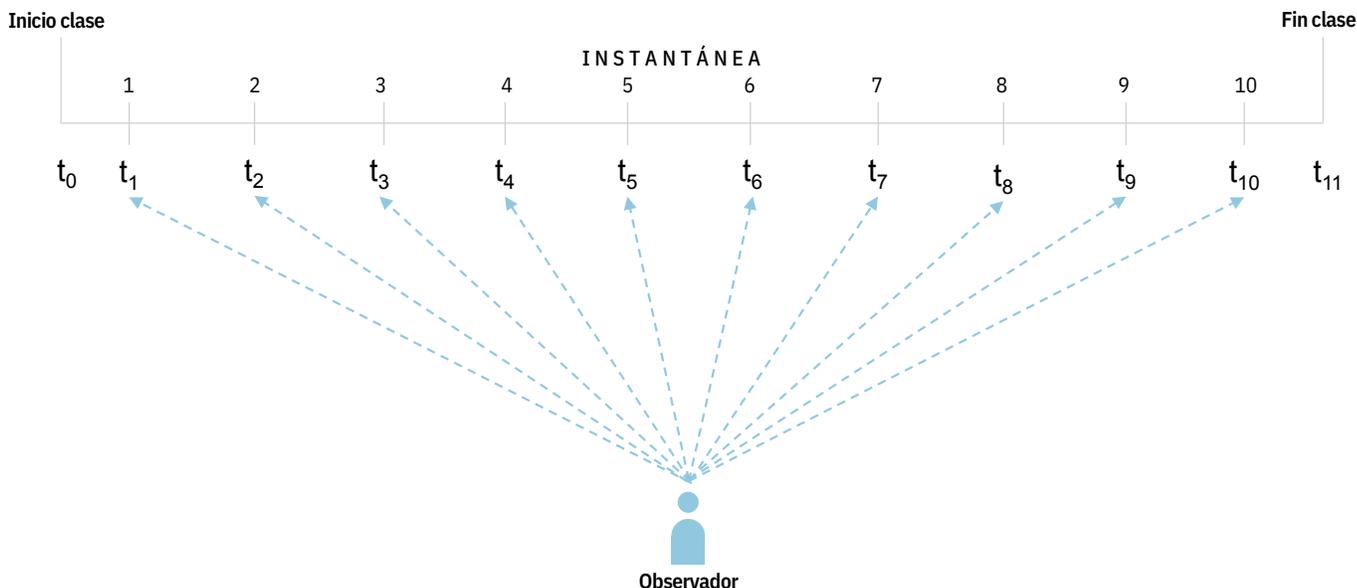
ciona el sistema educativo y, con ello, contribuir a plantear mejoras en el sistema para elevar la calidad de las lecciones que reciben los alumnos y los aprendizajes que logran a lo largo de los ciclos lectivos. En esta ocasión se repite el ejercicio en aulas de décimo año, con la particularidad de que la observación se realizó con el interés deliberado en conocer el grado de aplicación del programa de estudios de Matemáticas, cuya reforma, aprobada en 2012, se ha venido implementando desde entonces.

Los hallazgos representan algunas particularidades con respecto a lo reportado en el informe anterior: aunque se siguen dedicando minutos de clase a actividades no relacionadas con el aprendizaje, sobre todo entre los docentes, la distribución del tiempo se realiza de forma satisfacto-

ria y los alumnos utilizan poco tiempo en actividades no educativas. No obstante, esta mejora en el manejo del ritmo de las lecciones no ha generado variaciones sustantivas en la práctica pedagógica: las clases se imparten en forma magistral, con pocos cambios e innovaciones en los métodos y materiales, y la participación activa de los estudiantes en clase es baja, contrario a lo planteado por la reforma curricular. Dos hallazgos ayudan a explicar esta situación: los profesores muestran escaso dominio teórico y práctico del currículo vigente, y no hay evidencia de que este les sirva de guía en su labor; no se registró en las clases la presencia de los procesos matemáticos descritos en el programa.

A pesar de la dificultad para completar la segunda aplicación de la prueba, se

Figura 6.2

El método de Stallings aplicado a la observación de aula<sup>a/</sup>

a/ La letra “T” indica los distintos momentos observados durante la clase.

Fuente: Elaboración propia con base en Mena et al., 2018.

## Recuadro 6.4

## Fases piloto y homologación de criterios entre observadores

**Aplicación piloto presencial:** Los cinco observadores presenciaron la misma clase en la sección 10-4 del Liceo San Miguel de Desamparados (en condiciones similares a las que se esperaban durante el trabajo de campo) y aplicaron la primera versión del instrumento de observación. Los propósitos fueron: reafirmar conceptos, verificar dominio del instrumento, identificar posibles contratiempos en el campo y esclarecer dudas. Al concluir la clase, el equipo se reunió para hacer aclaraciones del registro de la información y consensuar los ajustes requeridos.

**Aplicación piloto virtual 1:** Se utilizaron dos lecciones reales pregrabadas que cumplieran con las condiciones necesarias para ser utilizadas como simulaciones de clase. Cada participante realizó indivi-

dualmente una primera observación y completó en el instrumento. Luego se realizó el análisis estadístico y se alcanzó un nivel bajo de consenso (Landis y Koch, 1977), por lo que se optó por un tercer ejercicio piloto.

**Aplicación piloto virtual 2:** Inició con una nueva capacitación para los observadores, a partir de las instantáneas y codificaciones en las que hubo discrepancia en el primer ejercicio virtual. Se realizaron ajustes al protocolo y se trabajó otro vídeo de clase (UNED, 2004). Luego se analizó la información registrada y se calcularon nuevamente los valores de Kappa de Cohen y Kappa de Fleiss. Se obtuvo un coeficiente global alto de 0,84.

Fuente: Mena et al., 2018.

logró recopilar valiosa información sobre las dinámicas de aula, el perfil de alumnos y los profesores, y las acciones que estos realizan para cumplir con el plan de estudios.

## Docentes muestran bajo dominio del programa

A pesar de la dispersión geográfica, el cuerpo docente a cargo de los grupos observados es altamente homogéneo, tanto por sus características profesionales, como por su grado de conocimiento del programa de Matemáticas y la manera en que lo aplican en el aula. En términos generales, muestran bajos niveles de dominio del programa, que no contribuye a su aplicación fidedigna. La principal conclusión es que la mejora de la calidad docente es un tema crucial para que la reforma curricular sea exitosa.

El grupo de profesores con que se trabajó en la investigación tiene una distribución equitativa por género, edades predominantes entre 30 y 49 años, y la licenciatura como grado profesional más frecuente. La mayoría tiene nombramiento en propiedad, 24 de 30 trabajan

36 o más lecciones semanales y una cantidad similar pertenece a las categorías salariales más altas del MEP. De las 30 personas consultadas, hay 8 con un conocimiento aceptable del programa, a pesar de que 21 de ellas indicaron haber recibido al menos una capacitación sobre el tema en los últimos cinco años.

La mayoría de los docentes (22 de 30) tiene como formación de base un bachillerato de una universidad estatal; únicamente 11 cuentan con una licenciatura de ese tipo de institución y, en general, son pocos los interesados en cursar una maestría; quienes lo han hecho han asistido a universidades privadas. De estos profesores, 18 poseen la máxima categoría profesional del MEP (MT6), pues obtuvieron un título de diplomado en Enseñanza para I y II Ciclo de la Educación General Básica.

Mediante las respuestas el cuestionario docente fue posible construir un perfil básico del conocimiento que tiene este grupo de profesores acerca del currículo de Matemáticas. Para ello se plantearon preguntas sobre distintos aspectos del programa, organizadas en cinco grupos: fundamentos, orientación principal, procesos matemáticos, momentos y niveles de complejidad (recuadro 6.5). Con esto se generaron indicadores para calificar de manera estricta el nivel de conocimiento sobre el plan de estudios. Estos consistieron en variables dicotómicas que asignaban un valor de 1 si el profesor respondió correctamente cada pregunta, y 0 en caso contrario.

Los resultados son claros: en general, el grupo de profesores analizado tiene un pobre conocimiento sobre el programa. En las preguntas vinculadas con los fundamentos curriculares y los procesos matemáticos, solo 6 docentes de 30 acertaron. Al consultar sobre la orientación del plan de estudios, 22 personas indicaron correctamente que es por habilidades, pero solo una tercera parte logró identificar los momentos para la organización de la lección y los niveles de complejidad de los problemas. Cabe señalar que solo 2 profesores dieron respuestas correctas a todas las preguntas.

La calificación total, obtenida al sumar las respuestas correctas en los cuatro grupos de ítems, permitió distinguir

### Recuadro 6.5

#### Estructura del programa de estudio de matemáticas: etapas y momentos

El currículo de Matemáticas aprobado en 2012 asume como enfoque principal la resolución de problemas con “énfasis en contextos reales” (MEP, 2012). Se plantea el desarrollo de la acción de aula mediante problemas o tareas que generen indagación. Además se ofrece un modelo preciso de dos etapas y cuatro momentos en la primera (figura 6.3).

En la primera etapa se origina el aprendizaje de conocimientos y en la segunda la movilización y aplicación de estos. El enfoque propone que la acción genere indagación (tareas matemáticas) y que haga referencia a habilidades generales y específicas para desarrollar la competencia matemática y las capacidades cognitivas superiores.

La malla curricular está conformada por los conocimientos, habilidades generales y específicas e indicaciones puntuales. Sin embargo, los fundamentos de los programas de estudios complementan y amplían los elementos curriculares, describen el papel de los procesos matemáticos, el enfoque en cada área, los propósitos transversales como el cultivo de actitudes y creencias positivas, entre otros. Además, se incluyen tres “niveles de complejidad” para clasificar la demanda cognitiva de cada problema basado en el marco teórico de PISA 2003, a saber:

**Reproducción.** En esencia se refiere a ejercicios relativamente familiares que demandan la reproducción de conocimientos ya practicados. Apelan a conocimiento de hechos y representación de problemas comunes, aplicación de algoritmos estándar, manipulación de expresiones que poseen símbolos, fórmulas y cálculos sencillos.

**Conexión.** Remite a la resolución de problemas que no son rutinarios, pero se desarrollan en ambientes familiares al estudiante, la interpretación con exigencias mayores que en el grupo de reproducción y la conexión entre los diversos elementos, en particular, entre distintas representaciones de la situación.

**Reflexión.** Se realiza en ambientes que son más novedosos y contienen más elementos que los que aparecen en el otro nivel de complejidad. Se plantea aquí la formulación y resolución de problemas complejos, la necesidad de argumentación y justificación, la generalización, el chequeo de si los resultados corresponden a las condiciones iniciales del problema y la comunicación de esos resultados.

Se establecen 61 criterios o indicadores que definen operativamente la interacción de cada uno de los procesos matemáticos en una tarea, los cuales se agrupan de la siguiente manera: 18 para razonar y argumentar, 14 para planear y resolver problemas, 11 para comunicar, 6 para conectar y 12 para representar.

La lista de indicadores se complementa con una secuencia para realizar la “selección-diseño-valoración” del problema inicial, denominada *Estrategia “4+6” para la valoración de tareas matemáticas* (Ruiz, 2017). Esa propuesta contiene cuatro pasos: enunciar el problema, resolverlo, identificar los conocimientos, habilidades y contextos presentes y valorar los procesos y niveles de complejidad, y seis elementos: problema, conocimientos, habilidades, contextos, procesos y niveles de complejidad.

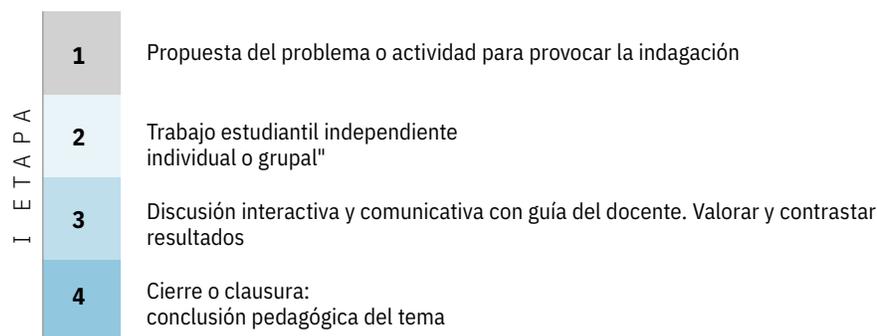
La estrategia asume que las tareas matemáticas deben estar asociadas directamente a los elementos del currículo e involucrar conocimientos, habilidades y las capacidades superiores que se desea fortalecer.

Fuente: Mena et al., 2018.

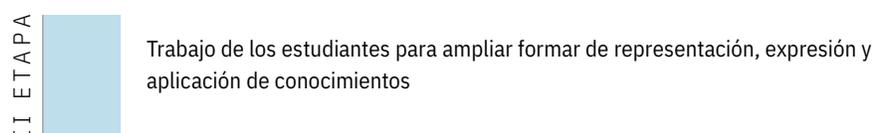
Figura 6.3

### Etapas y momentos de la estrategia metodológica de resolución de problemas según el MEP

#### Aprendizaje del conocimiento



#### Movilización de conocimientos



Fuente: Elaboración propia con base en Mena et al., 2018.

dos tipos de docentes: los que tienen **conocimiento básico** y los que tienen **conocimiento deficiente** del programa. El primer grupo lo conformaron ocho profesores, de los cuales dos obtuvieron un puntaje de 10 y los otros seis de entre 6 y 8 (sobre un total de 10 puntos posibles). En el segundo grupo se ubicaron veintidós personas con notas inferiores a 4, de los cuales dos obtuvieron un 0, doce alcanzaron un 2 y el resto logró entre 4 y 6.

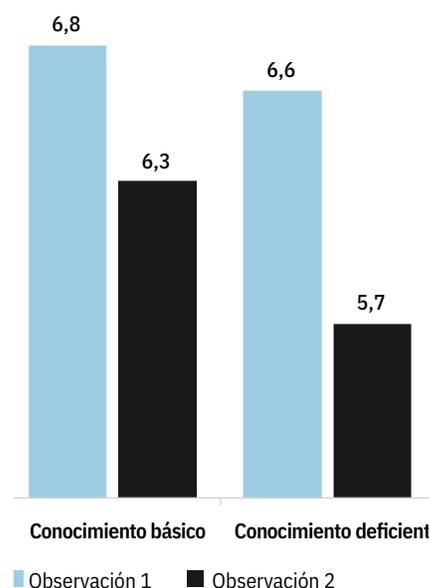
Estos datos evidencian que, si bien la reforma curricular entró en vigencia hace siete años, los docentes participantes no la dominan. Este es un hallazgo revelador de la gran brecha que existe entre lo esperado por el MEP (2012) y la realidad de las clases de Matemáticas.

Durante las observaciones de clase también se evaluó en qué medida los docentes vinculaban sus conocimientos de contenido y didáctica con la aplicación del programa. Se examinó si, al impartir la lección, un profesor o profesora:

- Incorpora elementos del contexto en las actividades propuestas.
- Muestra dominio de los conocimientos matemáticos en estudio.
- Muestra dominio didáctico de los conocimientos matemáticos.
- Permite el trabajo personal de los estudiantes.
- Dispone del tiempo para que los estudiantes tengan el espacio para desarrollar trabajo matemático.
- Plantea preguntas para establecer relaciones con los conocimientos previos de los estudiantes.
- Plantea preguntas orientadoras para apoyarla construcción de conocimiento.
- Contesta a las preguntas de los estudiantes con otras preguntas que

Gráfico 6.1

### Desempeño esperado del docente de colegio público con respecto al grupo al que pertenece



Fuente: Elaboración propia con datos de Mena et al., 2018.

favorecen la construcción de respuestas por parte de los alumnos (sin dar ellos la respuesta).

Estos descriptores permiten valorar el desempeño esperado de un docente que aplique –de forma mínima y general– el programa. En un rango de 1 a 9, los profesores registraron un promedio de 6 puntos, con pocas diferencias entre las dos observaciones realizadas en cada salón de clases. Es un puntaje insuficiente si se considera que los temas evaluados son asuntos elementales de la práctica docente. Según Mena et al. (2018), el bajo dominio de los conocimientos matemáticos y didácticos limitó la obtención de mejores calificaciones. Un resultado no esperado es que hay pocas diferencias entre los dos grupos de docentes mencionados: los que tienen un conocimiento básico y los que poseen un conocimiento deficiente del currículo (gráfico 6.1).

Ambos grupos mostraron un desempeño promedio similar, sin superar el 7. Hubo mayor variabilidad en el rango de notas de los docentes con conocimiento deficiente del programa (desviación estándar de 2,27). En la segunda observación las calificaciones en ambos grupos fueron menores que en la primera, y destaca que el grupo de conocimiento deficiente obtuvo un promedio menor a 6.

Estos resultados son coherentes con las actividades propiciadas por el docente, las realizadas por los estudiantes, el tipo de materiales y las estrategias metodológicas observadas –que se comentarán más adelante– pues evidencian que el desarrollo de las lecciones, en su mayoría, no guarda relación con la propuesta del MEP (2012).

### Predominan clases tradicionales sin innovación didáctica en las aulas

Un elemento importante de observar en la mediación pedagógica, ya estudiado en la edición anterior del Informe, es la distribución del tiempo que el docente hace al impartir sus clases, pues permite aproximar la diversidad de actividades y materiales didácticos que se emplean para el desarrollo de la lección. Los hallazgos del análisis realizado para esta edición confirman las conclusiones de la investigación previa: en las clases de Matemáticas hay pérdida de tiempo lectivo en actividades ajenas a los procesos de enseñanza-aprendizaje y los docentes se aferran a prácticas tradicionales, ajenas a los requerimientos del nuevo currículo de Matemáticas.

Los resultados del análisis se muestran para los dos actores observados en las aulas: docentes y estudiantes. Para cada uno se presenta la distribución de su tiempo lectivo como un promedio de las dos observaciones realizadas.

### El tiempo de los docentes se emplea en clases magistrales y actividades de gestión de aula

Entre los docentes estudiados prevalecen prácticas tradicionales, como las clases magistrales con exposición de contenidos, atención de consultas puntuales de los alumnos y el monitoreo del

## Cuadro 6.1

### Distribución del tiempo promedio utilizado por los docentes de colegios públicos, por grupo al que pertenece, según actividad que desarrolla

Tipo de actividad	Conocimiento básico del programa	Conocimiento deficiente del programa
Relacionadas con el aprendizaje	77%	73%
Sin relación con el aprendizaje	1%	7%
Gestión de aula	21%	20%

Fuente: Mena et al., 2018.

trabajo individual. Aunque este tipo de prácticas no son negativas en sí mismas, el énfasis propuesto por el programa es otro. Las actividades de gestión del aula concentran el 20% del tiempo, lo que implica que, en una lección de 80 minutos, cerca de 16 minutos se emplean para pasar lista, controlar disciplina o entregar tareas y exámenes.

En términos de la distribución del tiempo, estos resultados revelan una mejor situación que la hallada en el Informe anterior, en el cual se reportó que los tiempos dedicados al aprendizaje no superaban el 60% en promedio y las actividades de gestión representaban alrededor del 30%. No obstante, el dato para las aulas costarricenses sigue estando por debajo de los parámetros internacionales, que proponen una distribución porcentual del tiempo de lectivo 85-15, entre actividades de aprendizaje y gestión.

El cuadro 6.1 muestra la estructura general de una clase dividida en tres tipos de actividades: de aprendizaje, sin relación con el aprendizaje y de gestión. Los dos grupos de docentes distribuyeron el tiempo de manera muy similar. No se encontraron diferencias significativas, aunque los profesores con menos conocimiento del programa tienden a utilizar más tiempo en actividades de no aprendizaje, en comparación con sus colegas con mejor dominio del currículo.

En el grupo de “conocimiento básico” se observó una mediación pedagógica más orientada a la supervisión y guía individual cuando los alumnos realizan

ejercicios matemáticos. En contraste con el segundo grupo de docentes, estos profesores dedican un 4 puntos porcentuales más de tiempo a monitorear el trabajo personal y usan el error como recurso para ofrecer realimentación a sus estudiantes. Estas acciones son concordantes con los enfoques didácticos de los programas oficiales, que establecen una marcada diferencia con la malla curricular de 2005.

Ambos grupos emplean la exposición magistral del contenido por un porcentaje de tiempo similar, de aproximadamente un 22%. En promedio, los docentes dedican un 20% de su tiempo a la gestión administrativa, con acciones como pasar lista, revisar trabajos o atender reclamos de evaluación. Únicamente un 5,7%, en promedio, se invierte en actividades que no se relacionan con el aprendizaje (gráfico 6.2).

Los docentes observados, independientemente de su nivel de conocimiento del programa de Matemáticas, no usan la metodología de resolución de problemas: solo un 1,3% del tiempo se dedicó a este propósito. Este dato evidencia un total divorcio con la estrategia indicada por el Ministerio (MEP, 2012). Pese a la cantidad de actividades relacionadas con el aprendizaje que se pueden utilizar para propiciar clases interesantes y participativas, se sigue recurriendo a las prácticas tradicionales, como evidencian los porcentajes obtenidos en “Exposición magistral del contenido” y “Atención de consultas”, donde el estudiante asume un papel de receptor. Un indicador adicional de este divorcio es que el tiempo

Gráfico 6.2

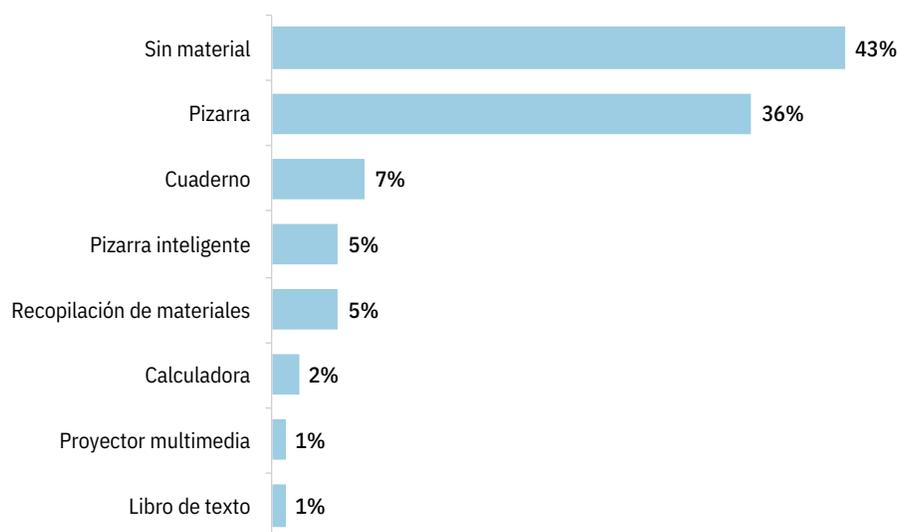
**Distribución del tiempo que el docente utiliza en actividades relacionadas con el aprendizaje**



Fuente: Elaboración propia con datos de Mena et al., 2018.

Gráfico 6.3

**Distribución del tiempo que el docente utiliza con cada tipo de material<sup>a/</sup>**



a/ No se registró el uso de material lúdico, hojas de cálculo, teléfonos celulares y aplicaciones matemáticas en línea. La categoría “Otros” está conformada por material concreto, calculadora y software matemático.

Fuente: Mena et al., 2018.

destinado a “Realimentar a partir del error” es de apenas 1,5%, lo cual no es coherente con la propuesta oficial, que hace hincapié en el tratamiento del error como fuente de aprendizaje.

En un 36% del tiempo promedio se utiliza la pizarra y se trabaja con materiales recopilados por el mismo profesor. El ítem “Sin material” registró un 43%; esto corresponde a los momentos en que el docente propone actividades en las que los estudiantes son los protagonistas, como el trabajo personal, resolución de ejercicios o cuando plantea consultas (gráfico 6.3).

Ninguno de los recursos tecnológicos digitales considerados en la investigación superó el 5% del tiempo de aprendizaje. Se observó el uso de la computadora con fines de apoyo personal al docente (pasar lista, ver libro de texto en formato pdf, consultar materiales recopilados, entre otros). El proyector y las presentaciones multimedia se utilizaron para sustituir la pizarra y, en algunos casos, los elementos expuestos eran inadecuados en términos de tamaño de letra, color y calidad de proyección. Asimismo, cuando se emplearon recursos digitales se evidenció un manejo didáctico deficiente. Por ejemplo, el docente proyectaba una página de práctica, resolvía los ejercicios con los estudiantes y escribía las respuestas en la pizarra. Luego cambiaba la página, sin dar un tiempo prudencial para revisar y corregir la práctica, y el ejercicio anterior quedaba inconcluso (Mena et al., 2018).

El MEP (2012) señala que el uso de tecnología “no conduce necesariamente al mejoramiento de los aprendizajes en las Matemáticas, peor aún, un mal uso puede debilitarlos”. Por lo tanto, lograr un uso pertinente de las tecnologías digitales, para garantizar una mejor mediación pedagógica y no convertirlas en obstáculos, es de gran importancia para mejorar la calidad de la enseñanza.

**Actividades en el aula no buscan construcción conjunta ni involucramiento activo de los estudiantes**

En la mediación pedagógica se debe considerar el uso del tiempo de los estudiantes, de acuerdo con la diversidad de

actividades y materiales didácticos con los que deben trabajar. Contrario a lo reportado en el Informe anterior, en esta ocasión no se observaron alumnos involucrados en procesos de gestión del aula. Se constató que el profesor procuraba asignar trabajo a los estudiantes mientras realizaba labores administrativas, y en pocos casos los alumnos se dedicaban a actividades no educativas.

Poco más del 80% del tiempo de los estudiantes se destinó al aprendizaje. El 17% restante se usó en otro tipo de actividades: falta de atención a la clase o interacción social con otros compañeros (especialmente durante el tiempo empleado por los docentes para la gestión del aula, cercano a los 11 minutos iniciales de la clase). Dado que este estudio y el realizado para el *Sexto Informe* no son comparables, no puede decirse que esta distribución presenta una mejora razonable con respecto a lo reportado en la edición anterior. Sin embargo, las proporciones se acercan al parámetro internacional, que recomienda un tiempo de aprendizaje superior al 85% de cada

lección (Stallings et al., 2014). Por otro lado, los datos muestran que los alumnos permanecieron “Prestando atención” y en “Trabajo personal”, aun cuando ello no era por indicación expresa del docente.

Aunque no hay una pérdida de tiempo importante, los alumnos observados pasaron gran parte de la lección en actividades pasivas, como prestar atención, resolver ejercicios matemáticos y realizar trabajo personal, que incluye tomar notas o copiar de la pizarra. Cabe aclarar que no fue posible registrar el nivel de involucramiento de cada estudiante en actividades más pasivas como prestar atención o copiar de la pizarra. Sin embargo, las actividades se dividieron en activas y pasivas según el grado de involucramiento aparente y el rol del estudiante, como cocreador en la actividad o como mero receptor (cuadro 6.2).

Como se ha dicho, el programa de Matemáticas propone, como herramientas fundamentales, la resolución de problemas y el involucramiento de los alumnos. No obstante, en su día a día estos dedican más del 80% del tiempo

de clases actividades educativas pasivas, cerca de un 17% a asuntos que no tienen relación con el aprendizaje y solo un 2,5% a participar de forma activa en las dinámicas planteadas (gráfico 6.4).

Durante la mayor parte del tiempo efectivo observado, específicamente el 55%, los estudiantes no emplean ningún material didáctico. Se enfocan en prestar atención a lo que el profesor está exponiendo. En el 45% restante no hay uso de tecnologías digitales, lo que de acuerdo con el MEP (2012) es un recurso que potencia la enseñanza de las Matemáticas. De esta manera queda claro que, en las aulas evaluadas, los materiales didácticos son los mismos que se han utilizado para aprender y enseñar Matemáticas tradicionalmente, incluso antes de que se aprobara el nuevo currículo (gráfico 6.5).

En el 40% del tiempo efectivo de clase, el estudiante utiliza textos (libro, cuaderno o recopilación) para apoyar su aprendizaje, a través de la presentación de contenidos y ejercicios seleccionados de previo por el profesor. En ninguna de las aulas visitadas se observó el

## Cuadro 6.2

### Clasificación de actividades de los estudiantes, por tipo de aprendizaje

Aprendizaje		
Activas	Pasivas	No aprendizaje
<b>Planteamiento de consultas:</b> los estudiantes hacen consultas concretas y pertinentes, en relación con los contenidos tratados, tanto de índole conceptual como procedimental.	<b>Trabajo personal:</b> tomar notas, hacer dibujos, esquemas, etc.) sin intervención directa del docente.	<b>Interacción social:</b> los estudiantes se relacionan entre sí o con el docente en torno a temas ajenos a los contenidos matemáticos de la clase: fútbol, series de TV, entre otros.
<b>Resolución de problemas con apoyo docente:</b> los estudiantes trabajan en la resolución de un problema planteado, pero guiados indirectamente por el profesor, quien sugiere la estrategia a seguir.	<b>Resuelve ejercicios matemáticos:</b> los alumnos resuelven en sus cuadernos o en la pizarra, los ejercicios planteados. No aplican metodología de resolución de problemas.	<b>No involucrado:</b> los estudiantes están involucrados en actividades de no aprendizaje, como mirar su teléfono, leer un texto, usar audífonos, entre otras.
<b>Resolución de problemas:</b> los alumnos trabajan en la resolución de problemas sin intervención directa del docente.	<b>Presta atención:</b> el estudiante ejecuta acciones como escuchar detenidamente, mirar a la pizarra, observar al docente o al estudiante que está exponiendo.	

Gráfico 6.4

**Distribución del tiempo promedio para las actividades de los estudiantes de colegios públicos**



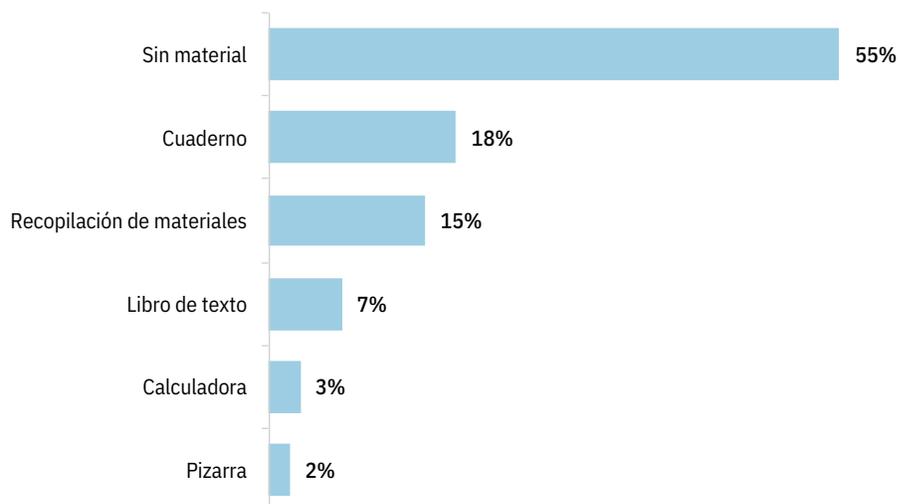
Fuente: Elaboración propia con datos de Mena et al., 2018.

uso de la tecnología como herramienta de mediación. Los equipos disponibles son empleados solo por los docentes y de forma accesoria, para reemplazar la pizarra o complementar ideas. Al respecto, el programa de Matemáticas recalca que el uso de la tecnología en la resolución de problemas favorece la contextualización en entornos y tiempos reales, de modo tal que los alumnos comprenden la utilidad de lo que están aprendiendo y su aplicación inmediata, sin necesidad de moverse del aula, lo que contribuye al desarrollo de habilidades y destrezas matemáticas (MEP, 2012).

Para examinar si la distribución del tiempo de los estudiantes se relaciona con el dominio que los docentes tienen del programa, se recurrió a cruzar los minutos dedicados a cada actividad con los dos grupos identificados en la sección anterior (cuadro 6.3). Los profesores que poseen un conocimiento básico del currículo propician que los alumnos dediquen más tiempo a actividades relacionadas con el aprendizaje, y en ese sentido superan al segundo grupo hasta

Gráfico 6.5

**Distribución del tiempo promedio usado por los estudiantes de colegios públicos con cada tipo de material<sup>a/</sup>**



a/ No se registró el uso de material lúdico, presentaciones multimedia, smart TV, computadoras, hojas de cálculo, calculadoras, celulares, aplicaciones matemáticas en línea, software matemático y pizarras inteligentes.

Fuente: Mena et al., 2018.

Cuadro 6.3

**Tiempo promedio utilizado por el estudiante, según el grupo al que pertenece el docente**

Actividades	Docentes con conocimiento básico del programa	Docentes con conocimiento deficiente del programa
Relacionadas con el aprendizaje	87%	77%
Sin relación con el aprendizaje	13%	23%

Fuente: Mena et al., 2018.

en 10 puntos porcentuales. El tiempo en que los estudiantes no están involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje es, asimismo, menor que en el grupo de docentes con conocimiento deficiente del programa. Esto sugiere que los profesores que tienen mayor dominio del currículo son más proclives a seguir la metodología propuesta y a despertar el estudiantado, con lecciones más atractivas y menos ociosas (PREMCR, 2015).

**No hay evidencia de procesos matemáticos según los que establece el currículo**

No se encontró evidencia significativa de la aplicación de la principal estrategia metodológica propuesta por el MEP, la resolución de problemas. Incluso los docentes cuyo conocimiento del programa fue aceptable no marcaron una diferencia sustancial en la mediación pedagógica, debido a que siguen empleando la

clase magistral con ejercicios rutinarios y material didáctico tradicional en la misma proporción que sus pares con menor conocimiento del programa. A siete años de la entrada en vigencia de la reforma, esta situación no es, evidentemente, la esperada.

En el ejercicio de observación realizado se incluyó una serie de ítems para estimar el tiempo dedicado a los procesos matemáticos que se especifican en el programa, como una medida para aproximar el grado de coherencia entre la práctica educativa y la normativa curricular (NCTM, 2015; Calvo et al., 2016). Es importante aclarar que, en la mayoría de las lecciones observadas, los profesores se encontraban cubriendo temas del área de Relaciones y Álgebra. Esta concentración no tiene mayor efecto sobre el objeto de estudio: no se espera que influya sobre la presencia de algún proceso matemático en particular, debido a que estos no se vinculan con temáticas específicas, sino con problemas o situaciones que planteen un reto al estudiante. Ruiz (2018) indica que solo una buena tarea o problema puede activar todos los procesos matemáticos, sin importar el área de conocimiento que se esté abordando.

En más del 90% del tiempo observado no hubo evidencia de aplicación de

procesos matemáticos, sin diferencias significativas entre docentes. El proceso de “Representar” es el que tuvo mayor presencia, con un 6%, y fue más propiciado por los profesores que tienen un conocimiento básico del programa. Por su parte, los que tienen un conocimiento deficiente favorecieron el proceso de “Plantear y resolver problemas” en su nivel más básico: utilizar definiciones, fórmulas o algoritmos, a lo que dedicaron un 4% del tiempo de los estudiantes. “Conectar” es un proceso del todo ausente: los alumnos no establecieron relación alguna entre el conocimiento adquirido y otras áreas como Geometría, Probabilidad, Biología o Estudios Sociales, debido a que los docentes no plantearon situaciones de aprendizaje que así lo requirieran (cuadro 6.4).

De los treinta grupos observados, diez realizaron un proceso matemático durante una de las vistas realizadas, catorce reportaron algún proceso en ambas lecciones y los seis restantes no desarrollaron ninguno. Según Mena et al. (2018) lo esperado era al menos dos procesos en la parte central de la clase, es decir, en el tiempo entre las instantáneas 4 y 10 (véase la sección metodológica, al inicio del capítulo).

Estos resultados evidencian que en las

lecciones observadas las y los docentes no emplearon situaciones retadoras para los estudiantes, que son las que propician la aparición de los procesos matemáticos. Es posible afirmar, entonces, que el aprendizaje carece de momentos que favorezcan el desarrollo de los cinco ejes disciplinares del programa:

- la resolución de problemas como estrategia metodológica principal,
- la contextualización activa como un componente pedagógico especial,
- el uso inteligente y visionario de tecnologías digitales,
- la potenciación de actitudes y creencias positivas en torno a las Matemáticas, y
- el uso de la historia de las Matemáticas (MEP, 2012).

Lo anterior demuestra la necesidad de fortalecer y perfeccionar las habilidades y competencias del docente para ejecutar una mediación pedagógica acorde con lo establecido por el MEP (2012).

#### Cuadro 6.4

### Tiempo del estudiante dedicado a cada proceso matemático, según el grupo al que pertenece el docente (porcentajes)

Procesos matemáticos		Conocimiento básico	Conocimiento deficiente
Razonar y argumentar	Enuncia hechos, definiciones o fórmulas	0,00	0,30
	Utiliza ejemplos para fundamentar ideas	0,00	0,10
	Describe o explica sus razonamientos (inducción, deducción o generalización)	1,30	0,80
Plantear y resolver problemas	Utiliza las definiciones, fórmulas o algoritmos	0,00	2,90
	Encuentra soluciones para la situación planteada	0,00	0,00
	Verifica las soluciones obtenidas	0,00	0,50
Representar	Reconoce las diferentes representaciones de un conocimiento matemático	0,00	0,10
	Interpreta la información mediante diferentes representaciones	0,70	0,70
	Manipula diferentes representaciones de un conocimiento matemático	4,50	0,70
Comunicar	Identifica el lenguaje matemático involucrado en la situación planteada	0,50	0,20
	Expresa sus ideas matemáticas usando diferentes vías de comunicación	1,50	0,80
	Utiliza el lenguaje matemático correcto al expresar sus ideas	0,00	0,50

Fuente: Mena et al., 2018.

## PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO EN AULAS DE DÉCIMO AÑO

véase Mena et al., 2018, en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

### Pruebas revelan poco avance en el conocimiento de los estudiantes

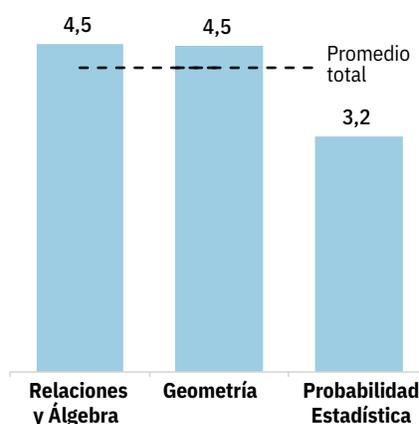
En este apartado se valora el grado de aprendizaje de conocimientos matemáticos por parte de los estudiantes. En principio, el objetivo era examinar si las prácticas docentes en el aula inciden en la magnitud de ese avance. Para ello, se planteó aplicar una prueba corta a los alumnos, al inicio y al final del año, para determinar sus conocimientos y el cambio ocurrido tras siete meses en el curso de Matemáticas. Ese cambio sería la variable dependiente de un análisis multivariado, en el que las prácticas docentes destacaban como posible factor explicativo. No obstante, el ejercicio solo pudo hacerse para la totalidad de la muestra (757 estudiantes) en la primera ocasión. La huelga magisterial que se prolongó de septiembre a noviembre de 2018 dificultó la segunda aplicación, de modo que apenas se logró evaluar a 146 estudiantes. Esto afectó severamente el diseño de la investigación, por lo cual los resultados que aquí se consignan tienen un alcance ilustrativo.

Se elaboró una prueba corta en coordinación con la DGEC del MEP, para incluir ítems que estuvieran ya probados y que reflejaran las evaluaciones utilizadas para certificar el grado de conocimiento de los estudiantes al final de su educación secundaria. Se seleccionaron 14 ítems de baja dificultad del examen de bachillerato de 2016, cuyos contenidos están previstos para cubrirse en décimo año.

A continuación, se hace un análisis de la primera aplicación de la prueba, con el fin de establecer la línea base del estudio y explorar los resultados de la segunda aplicación, para identificar los cambios en el conocimiento matemático de los estudiantes que se pudo evaluar. A pesar

### Gráfico 6.6

**Calificación promedio<sup>a/</sup> obtenida por los estudiantes en la primera aplicación de la prueba de conocimientos matemáticos, según área**



a/ Notas expresadas en una escala de 1 a 10.

Fuente: Elaboración propia con datos de Mena et al., 2018.

de los niveles bajos de dificultad de los ítems aplicados, los alumnos acertaron pocas respuestas y, en aquellos casos en los que fue posible hacer comparaciones, la variación promedio entre la primera y la segunda aplicación fue de 1 punto, en una escala de 1 a 14. Entre los factores que explican el cambio en los puntajes resaltan el uso del tiempo en los salones de clase, la percepción de los estudiantes sobre sus habilidades matemáticas y el conocimiento que adquirieron en años previos. Estos factores revelan retos importantes para el sistema educativo, pues, junto con los hallazgos de la sección anterior, configuran un doble problema: el nuevo currículo no se aplica en el aula y las pruebas empleadas para medir el conocimiento matemático no muestran las habilidades y competencias que este requiere.

### Estudiantes tienen bajos niveles de conocimiento inicial y registran pocos cambios a lo largo del año

En la primera aplicación de la prueba participaron 757 estudiantes de los 30

colegios públicos seleccionados. En promedio obtuvieron una calificación inferior a 4 en una escala de 1 a 10. Aunque este dato se puede considerar muy bajo, debe recordarse que en el momento de la evaluación los alumnos desconocían los contenidos examinados. Además, cabe señalar que el promedio por área de conocimiento no llegó a 4 (gráfico 6.6). El área de Geometría fue la que registró el puntaje más alto y también la mayor variabilidad. En la prueba general la variabilidad fue poca, lo cual habla de mayor homogeneidad de los resultados a ese nivel que por áreas, en las que este valor fue más alto.

Al analizar la calificación promedio de la prueba general según las características sociodemográficas de los alumnos, se hallaron diferencias significativas. Los hombres tuvieron puntajes mayores que las mujeres, y los estudiantes repitentes o que van adelantados para su edad, puntuaciones inferiores.

En términos generales la prueba reveló un nivel inicial de conocimiento bajo. Debe recordarse que, como se expuso en la sección anterior, los ítems utilizados fueron todos de poca dificultad y los estudiantes solo lograron resolver un promedio de 5<sup>4</sup>. Cabe resaltar que aquí se presentan los resultados de los estudiantes de colegios públicos; sin embargo, Mena et al. (2018) analizaron datos de cinco colegios privados, como punto de comparación, y encontraron una situación bastante similar<sup>5</sup>.

La segunda aplicación de la prueba solo se pudo realizar en 8 de 30 colegios y con 146 estudiantes, por las razones ya comentadas. La calificación promedio fue de 4,6 en una escala de 1 a 10, que sigue siendo baja, sobre todo si se considera que la evaluación se hizo entre octubre y noviembre, cuando el curso lectivo estaba por terminar.

Al desglosar el puntaje por áreas, los ítems de Relaciones y Álgebra mostraron una mejoría significativa entre ambas aplicaciones, mientras que los de Estadística y Probabilidad aumentaron menos de un punto (gráfico 6.7). Es importante indicar que la primera área se trabajó de manera normal durante el segundo trimestre de 2018, pero en el tercero se

dieron irregularidades vinculadas con el movimiento de huelga a nivel nacional. Es posible, entonces, que los temas de Estadística y Probabilidad no fueran abordados según la distribución establecida por el MEP (2012). Por tanto, el comportamiento de las calificaciones obtenidas en esa área fue el esperado.

En la segunda aplicación la variabilidad fue mayor, lo cual implica un rango más amplio y, por ende, calificaciones más altas y más bajas que en el primer ejercicio (gráfico 6.8). En parte, ello puede estar influido por la poca cantidad de estudiantes que realizaron la prueba. Además, se observa que el promedio de calificación aumentó en la segunda evaluación y en esta no se presentaron valores extremos, situación que sí se dio en la primera.

El escaso aumento de las puntuaciones promedio es alarmante y requiere mayor estudio a futuro. Aunque la prueba se aplicó en condiciones irregulares, entre los meses de marzo y septiembre

los docentes tuvieron la oportunidad de llevar a cabo la mediación pedagógica, pero esto no parece haber incidido en el rendimiento estudiantil.

### Buena autopercepción y uso eficiente del tiempo inciden en el rendimiento académico

Indagar sobre los factores que inciden en el desempeño académico ha sido uno de los principales desafíos de los análisis que realiza el Estado de la Educación. Para esta edición el Informe investigó, mediante técnicas que combinaron la observación de aulas y la aplicación de dos pruebas de conocimientos matemáticos, el cambio en el rendimiento estudiantil.

El supuesto de base fue que el aprovechamiento del tiempo por parte de alumnos y docentes, una adecuada mediación pedagógica y una autopercepción positiva del aprendizaje de las Matemáticas, constituyen una combinación apropiada para mejorar el desempeño académico.

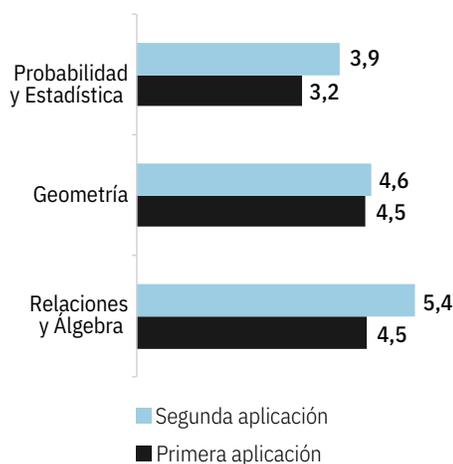
Para probar este planteamiento, se recurrió a técnicas estadísticas para analizar la información recopilada durante la observación en las aulas.

Ese trabajo arrojó dos hallazgos principales. Por una parte, los estudiantes que poseen una mejor percepción de sus habilidades y capacidades matemáticas y los que obtuvieron puntuaciones más altas en la primera prueba de conocimientos, aumentaron sus calificaciones en la segunda. Por otra parte, lo mismo sucedió con los alumnos que se reúnen con compañeros que dedican más tiempo a actividades relacionadas con el aprendizaje y cuyos profesores destinan poco tiempo a la gestión administrativa del aula.

Esta sección del capítulo explora los factores asociados al desempeño del sistema educativo costarricense. Se estimaron modelos de regresión estadística para determinar en qué medida distintos factores inciden en el cambio del rendimiento estudiantil. Se utiliza como fuente de

Gráfico 6.7

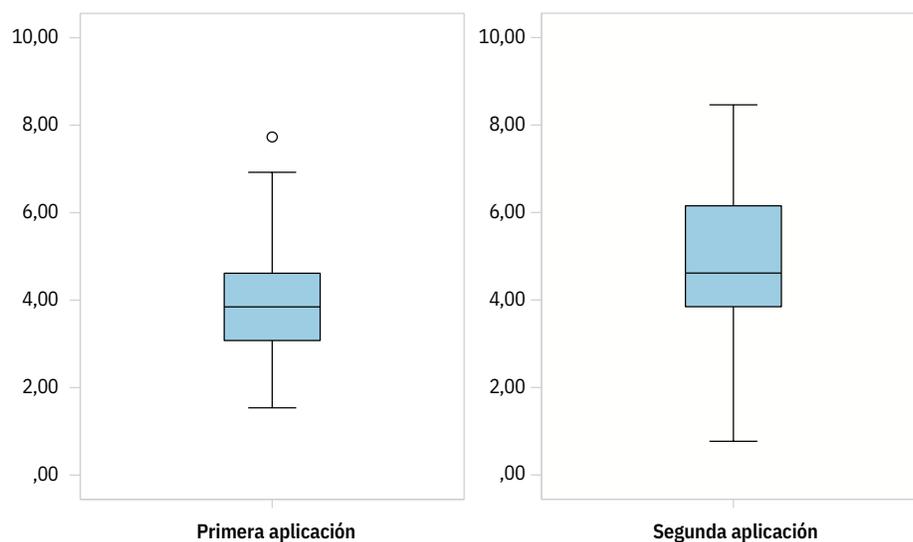
### Comparación de las calificaciones promedio<sup>a/</sup> obtenidas por los estudiantes en las dos aplicaciones de la prueba de conocimientos matemáticos, según áreas



a/ Notas expresadas en una escala de 1 a 10.  
Fuente: Elaboración propia con datos de Mena et al., 2018.

Gráfico 6.8

### Distribución de las calificaciones promedio obtenidas por los estudiantes en las dos aplicaciones de la prueba de conocimientos matemáticos



Fuente: Mena et al., 2018.

información primaria la observación de profesores de Matemáticas de décimo año en los colegios seleccionados con los criterios ya especificados. Como también se explicó, se aplicaron dos pruebas académicas pero, lamentablemente, debido a la huelga magisterial del segundo semestre de 2018, no fue posible aplicar la segunda a todos los alumnos que habían completado la primera.

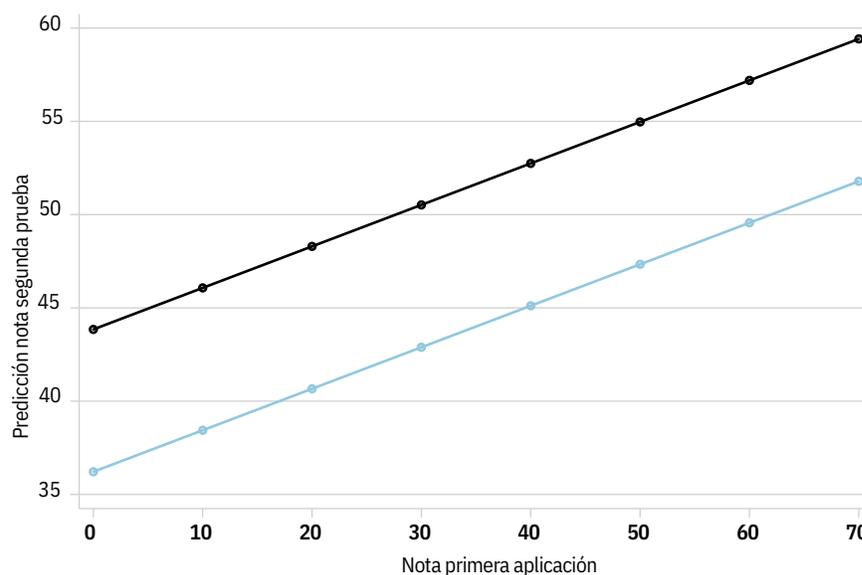
El puntaje en la pruebas se estandarizó en una escala de 0 a 100. El promedio de las calificaciones en la primera aplicación fue de 37 puntos y el de la segunda subió a 46, es decir, aumentó en 9 puntos. Dado que la cantidad de observaciones utilizadas para el análisis era baja ( $N=146$ ), fue necesario tomar algunas precauciones en la construcción de los modelos estadísticos, particularmente utilizar pocas variables para no sesgar los resultados. La variable dependiente fue la calificación de la segunda prueba académica, y como variables independientes se definieron las siguientes:

- **Nota obtenida en la primera prueba.** Se utilizó para estimar el cambio en el rendimiento de los alumnos.
- **Autopercepción sobre las Matemáticas.** Los estudiantes autocalificaron sus habilidades y capacidades para el aprendizaje de la asignatura. Se esperaba que una mejor percepción potenciara un progreso en el rendimiento.
- **Porcentaje del tiempo que los estudiantes dedican a actividades de aprendizaje.** Se asumió que un mayor aprovechamiento del tiempo aumentaría el rendimiento.
- **Porcentaje del tiempo que los docentes dedican a la gestión administrativa.** Se postuló que cuanto mayor fuera el tiempo invertido por los docentes en labores de gestión, menor sería el cambio en el rendimiento académico.

A continuación se elaboró un modelo de regresión estadística denominado mínimos cuadrados ordinarios (OLS, por su sigla en inglés), que explora estrictamente

Gráfico 6.9

**Notas estimadas de la segunda aplicación de la prueba, según calificación en la primera aplicación y autopercepción de habilidades matemáticas<sup>a/</sup>**



a/  $N=146$  estudiantes.

Fuente: Elaboración propia con datos de Mena et al., 2018

los efectos individuales de las variables estudiadas. Los resultados mostraron que el rendimiento académico depende, sobre todo, de cuatro factores. En concreto, una buena nota en la primera prueba mejora el desempeño en la segunda. En cambio, los resultados empeoran entre los estudiantes que poseen percepciones negativas sobre sus habilidades matemáticas. Además, cuanto mayor sea el tiempo que los alumnos dedican al aprendizaje, y menor el que los docentes invierten en labores de gestión administrativa, mejor es el desempeño de los primeros.

Para lograr una comprensión más amplia de estos resultados se calcularon los efectos marginales de los factores asociados al rendimiento. Si la calificación en la primera prueba fue baja y la percepción del estudiante sobre las Matemáticas es negativa, la nota en la segunda será más baja en comparación con un alumno que obtuvo el mismo puntaje en el primer examen, pero tiene una mejor percepción de sus habilidades cognitivas (gráfico 6.9).

Se estima que la calificación promedio subiría de 46 a 61 puntos en la segunda prueba si un estudiante obtuvo una nota alta en la primera (60 puntos, 70 fue la máxima) y su opinión sobre sus capacidades matemáticas es positiva, junto con el hecho de que sus compañeros dedican el 85% del tiempo a actividades de aprendizaje y sus docentes invierten apenas el 15% de su tiempo en actividades de gestión.

En un mal escenario, si el estudiante obtuvo una nota baja en la primera prueba (30 puntos), su situación se agrava si la percepción de sus habilidades matemáticas es negativa, si sus compañeros invierten una cuarta parte de su tiempo (25%) en actividades relacionadas con el aprendizaje y sus profesores dedican la mitad de su tiempo a la gestión del aula. En este caso, la predicción del promedio de la nota en la segunda prueba bajaría de 37 a 17 puntos en la escala 0-100.

Por alguna razón, los alumnos no logran evidenciar los conocimientos matemáticos que estudiaron durante el 2018. Algunas hipótesis planteadas por

Mena et al. (2018) apuntan a que, durante la mediación pedagógica, el docente empleó ejercicios distintos a los utilizados en la prueba escrita, o los ítems con que se examinó en el aula también fueron diferentes a los empleados en este estudio. En todo caso, si los instrumentos utilizados en el salón de clases difieren de las pruebas que presentan los alumnos para aprobar la educación diversificada, el sistema estaría castigándolos injustamente, al evaluar contenidos y formas que no se exponen en el aula.

Por otro lado, es de esperar que el grado de dificultad y los temas abordados en el aula provean a los estudiantes las habilidades que requieren para desempeñarse en campos profesionales o universitarios, por lo que la prueba es solo un requisito que la mayoría de ellos debería poder cumplir sin grandes complicaciones. Esta investigación muestra, sin embargo, que en décimo año los alumnos no están logrando un dominio básico de conocimientos que les permita aprobar las pruebas nacionales, por lo que estarían llegando a undécimo con deficiencias previas. En el último año de educación secundaria deberán, entonces, cubrirse áreas del nivel anterior, lo que recargará el proceso de mediación y los contenidos de las lecciones.

### Evaluaciones no son un motor para la implementación de la reforma curricular

El análisis realizado en las secciones anteriores deja claro que la calidad de la mediación pedagógica en las lecciones de Matemáticas debe mejorar. La práctica docente requiere correcciones en aspectos como el desempeño del docente en el aula y su nivel de conocimiento de los programas. Además, se determinó que hay debilidades en los criterios de calidad para impartir los contenidos, generales y específicos, de la asignatura, entre ellas: uso de tecnologías digitales, diversidad de actividades que favorezcan la interacción y desarrollo de procesos matemáticos utilizando la metodología de resolución de problemas. Asimismo, al evaluar los aprendizajes de los estudiantes que se sometieron a las dos aplicaciones de la prueba corta, se concluyó que la media-

ción pedagógica no está cumpliendo con dotar a las y los jóvenes de las herramientas necesarias para enfrentar un examen tradicional, y deja la incógnita de cuánto más lejos estará esa mediación de una prueba escrita que sí refleje la propuesta curricular.

Este escenario revela una falta de concordancia entre lo que pide el programa oficial y lo que pasa en las aulas, así como en las formas de medir los aprendizajes. Pero el problema no se gesta solo en el aula. El MEP, como ente encargado de evaluar y certificar los aprendizajes, tiene su cuota de responsabilidad. Han pasado siete años de la aprobación de la reforma al plan de estudios de Matemáticas y las pruebas nacionales se mantienen sin variaciones sustanciales<sup>6</sup>. Esta situación refleja negligencia de las autoridades, ya que los instrumentos de evaluación no han servido de motor y guía para impulsar el cambio requerido.

En esta sección se presenta un análisis de la prueba aplicada a los estudiantes, para determinar el grado de congruencia entre el currículo vigente y la prueba que acredita su cobertura. El principal hallazgo es que no hay correspondencia entre ambos: la prueba ofrece poca contextualización de los ítems y no integra procesos para desarrollar habilidades superiores, que es el objetivo central de la reforma.

### Pruebas nacionales no responden a las necesidades curriculares de la reforma

Como se ha venido comentando, el trabajo realizado para este capítulo incluyó la aplicación de una prueba corta de conocimientos matemáticos a una muestra de estudiantes de décimo año. Con preguntas suministradas por el DGEC del MEP, se seleccionaron 14 ítems de dificultad baja que corresponden a contenidos que deben cubrirse en el nivel educativo mencionado. Se cubrieron las tres áreas consideradas en el programa, de la siguiente manera: 4 ítems de Geometría, 6 de Relaciones y Álgebra, 4 de Estadística y Probabilidad.

Posteriormente se realizó un análisis curricular de los ítems, para establecer la concordancia entre la prueba escrita y

el programa oficial, desde una perspectiva teórico-conceptual (recuadro 6.6). Mediante 61 indicadores, se buscó determinar la correspondencia entre habilidades generales y específicas, e identificar el área matemática a la que pertenecía cada ítem, los conocimientos incluidos, el nivel de complejidad y el uso de los procesos matemáticos (Ruiz, 2017). Además, se evaluaron otros elementos, como: consistencia con el enfoque curricular y el área matemática, uso de la contextualización activa, formulación y redacción del ítem, presencia de errores conceptuales e integración de habilidades específicas (si las había).

La correspondencia entre las habilidades generales y específicas se analizó por áreas<sup>7</sup>, sin embargo no se encontró evidencia suficientes de la integración de ambas en la prueba. Lo ítems de Geometría no integran la habilidad general con sus respectivas habilidades específicas, se evalúan como elementos separados y se encontró un divorcio entre conocimientos y habilidades. Los cuatro ítems incluidos en la prueba fueron consistentes con una de las siete habilidades generales propuestas (cuadro 6.5).

En Estadística y Probabilidad se priorizó el cálculo de medidas, sin la interpretación de resultados, para responder a las situaciones planteadas. En esta área hay mayor correspondencia entre las habilidades generales y específicas, solo uno de los ítems analizados no la mostró. Se evaluaron dos de siete habilidades generales mediante cuatro ítems (cuadro 6.7).

Aunque la prueba tiene solo catorce ítems, la distribución por áreas se puede considerar apropiada, pero no equilibrada en términos de habilidades generales. Por ejemplo, en Geometría la evaluación únicamente consideró polígonos y excluyó temas como circunferencia, transformaciones y visualización espacial, lo que limitó la posibilidad de que los estudiantes demostraran sus conocimientos previos o adquiridos en esa materia.

La distribución de ítems por áreas y habilidades muestra una baja concordancia con el programa vigente, excepto en el caso de Relaciones y Álgebra. Esto puede deberse a factores circunstanciales, como una selección inadecuada de

## Recuadro 6.6

**Método para análisis curricular de la prueba aplicada a estudiantes de décimo año**

Para realizar el análisis curricular, es decir, para determinar la correspondencia de la prueba y el programa vigente, se valoró cada uno de los ítems utilizando la *Estrategia "4+6"* propuesta por Ruiz (2017). Esta examina si el ítem contiene cuatro pasos: i) enunciar el problema, ii) resolver el problema, iii) identificar los conocimientos, habilidades y contextos presentes y iv) valorar los procesos y niveles de complejidad; y seis elementos: problema, conocimientos, habilidades, contextos, procesos y niveles de complejidad. De esta forma se establece la concordancia desde una perspectiva teórico-conceptual.

El siguiente paso fue desarrollar la solución de cada ítem, para lo cual se emplearon los procedimientos esperables de la mayoría de los estudiantes, de acuerdo con la experiencia del equipo investigador. Según el procedimiento seguido, se identificaban los elementos mencionados en el párrafo anterior y se determinaba la calidad de cada ítem.

Para el análisis global de la prueba se consideró la integración de habilidades y el uso de la contextualización. La integración de habilidades consiste en plantear problemas cuya resolución involucra dos o más habilidades, de una o varias áreas matemáticas.

Por su parte, la contextualización determina si el problema planteado se da en un contexto real o matemático, a partir de tres categorías: i) activo o verosímil, que reta al estudiante y forma parte de la solución, ii) accesorio, cuando es posible prescindir del contexto y el ítem se resuelve de la misma manera y iii) artificial, cuando no refleja situaciones de la realidad, es poco verosímil.

Fuente: Mena et al., 2018.

## Cuadro 6.5

**Distribución de ítems con respecto a las habilidades generales del área de Geometría**

Habilidad general	Cantidad de ítems
Representar las circunferencias de manera analítica y gráfica	No hay
Analizar relaciones de posición relativa entre rectas y circunferencias	No hay
Utilizar la geometría analítica para representar circunferencias y transformaciones.	No hay
Calcular áreas y perímetros de polígonos	4
Identificar simetrías	No hay
Aplicar e identificar diversas transformaciones en el plano a figuras geométricas	No hay
Visualizar y aplicar características y propiedades de figuras geométricas tridimensionales	No hay

Fuente: Mena et al., 2018.

## Cuadro 6.6

**Distribución de ítems con respecto a las habilidades generales del área de Relaciones y Álgebra**

Habilidad general	Cantidad de ítems
Utilizar elementos del lenguaje de los conjuntos numéricos para representar dominio y rango de funciones, así como el conjunto solución de ecuaciones	1
Aplicar el concepto de función en diversas situaciones	2
Utilizar distintas representaciones de algunas funciones algebraicas y trascendentes	3
Plantear y resolver problemas a partir de una situación dada	1
Determinar el modelo matemático que se adapta mejor a una situación dada	No hay

Fuente: Mena et al., 2018.

## Cuadro 6.7

**Distribución de ítems con respecto a las habilidades generales del área de Geometría**

Habilidad general	Cantidad de ítems
Utilizar las medidas de posición para resumir y analizar la información proveniente de un grupo de datos cuantitativos	2
Utilizar las principales medidas de variabilidad para evaluar y comparar la dispersión de los datos	No hay
Utilizar diferentes representaciones para analizar la posición y variabilidad de un conjunto de datos	No hay
Analizar la importancia del uso de medidas de tendencia central y variabilidad dentro de los análisis comparativos de información	No hay
Emplear las propiedades básicas de la probabilidad en situaciones concretas	No hay
Utilizar las probabilidades y las medidas estadísticas para favorecer la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre	2
Resolver problemas vinculados con el análisis de datos y el manejo de la aleatoriedad dentro del contexto estudiantil	No hay

Fuente: Mena et al., 2018.

ítems o la falta de disponibilidad de los mismos en el banco de preguntas del MEP. En todo caso, cualquier diseño de evaluación debe tener un equilibrio de las preguntas según las habilidades incluidas en el programa.

### Ítems no contextualizados dificultan el desarrollo de habilidades superiores

Según la evaluación de Mena et al. (2018), los ítems de la prueba aplicada requieren la aplicación de procedimientos memorísticos, en ausencia de problemas con contexto real. Esto hace que las demandas cognitivas para los estudiantes sean débiles y no se favorece la activación de los procesos matemáticos.

En el área de Geometría la contextualización activa (contexto real o matemático) no se da, pues los ítems no reflejan situaciones que el alumno enfrenta en su

vida diaria y son poco verosímiles (contexto artificial). Lo mismo sucede con los seis ítems de Relaciones y Álgebra, en los que se privilegia el uso del contexto matemático (cuadro 6.8).

Cabe destacar que, independientemente del nivel de complejidad de un ítem, la contextualización permite al estudiante entender la utilidad de lo que aprende y facilita su aplicación a situaciones de la vida real, razón por la cual se debe emplear siempre. No obstante, las pruebas usadas a nivel nacional promueven un conocimiento matemático descontextualizado, en el que el alumno no necesita establecer una asociación con la realidad.

El análisis mostró que todos los ítems se ubican en el nivel de dificultad más bajo, que corresponde a **reproducción** (cuadro 6.9). Esto significa que son ítems fáciles, por que su solución se logra de

## Cuadro 6.8

**Tipos de contextualización identificados en los ítems**

Tipo de contexto	Cantidad de ítems
Real activo	0
Real artificial o accesorio	5
Matemático	9
Total	14

Fuente: Mena et al., 2018.

## Cuadro 6.9

**Niveles de complejidad en los ítems incluidos en la prueba de conocimientos matemáticos**

Nivel de complejidad	Cantidad de ítems
Reproducción	13
Conexión	1
Reflexión	0
Total	14

Fuente: Mena et al., 2018.

manera directa, con procedimientos memorísticos y mediante la aplicación de un solo procedimiento, que resulta familiar para el estudiante. Solo se identificó un ítem de **conexión**, es decir, el problema no es rutinario, implica interpretación, diversas representaciones y vínculos con otros elementos. No se encontró ninguno en la categoría de **reflexión**, en la que la solución requiere formular, argumentar, justificar, generalizar y verificar resultados de acuerdo con el problema planteado.

Este hallazgo no es sorprendente, pues los ítems se seleccionaron así deliberadamente, para establecer una línea de base asociada al conocimiento mínimo que debían alcanzar los estudiantes. Por la baja dificultad de las preguntas, era de esperar que su solución no generara grandes complicaciones. Sin embargo, la calificación promedio no superó los 4 puntos (en una escala de 1 a 10) en la primera aplicación de la prueba, y aumentó apenas un punto entre quienes realizaron la segunda.

Es importante señalar que, en términos teóricos, el punto de partida para lograr que una prueba tenga una distribución apropiada por niveles de complejidad es la relación que debe existir entre el diseño de las tareas que conforman un ítem y los procesos que intervienen en su solución. Si se establece el papel preciso de esa intervención, se facilitará la selección de los ítems, con lo que se puede garantizar la presencia de los diversos niveles de complejidad y exigencia cognitiva en cualquier tipo de evaluación (Ruiz, 2017).

Así pues, si lo que se observó en las lecciones es la forma tradicional en que se imparte Matemáticas –pues en la mayoría de las aulas visitadas no se estaba implementando la propuesta curricular del MEP (2012)–, lo que se encontró en la evaluación oficial (hasta el 2018) también fue un enfoque tradicional, poco vinculado con la reforma. En la práctica, por tanto, hay coherencia entre lo observado y lo evaluado, pero por razones negativas: lo que se ve y se examina responde a una “manera de hacer las cosas”, pero esta tiene poco que ver con el currículo vigente. Aun así, alarma que los resultados sean deficientes. Ello sugiere que la mediación pedagógica que ocurre en los salones de clases, tampoco está impactando los aprendizajes, debido a que las calificaciones de las pruebas muestran una muy leve mejoría, sin que los estudiantes logren alcanzar o acercarse al mínimo establecido.

### Deficiencias en pruebas nacionales revelan desafíos para pruebas FARO

La discusión sobre la idoneidad de las

pruebas que se utilizan a nivel nacional requiere un análisis más amplio. No obstante, el ejercicio realizado para este Informe, aunque exploratorio, devela la importancia de que las reformas curriculares sean acompañadas de cambios en la evaluación. Si bien el objetivo del proceso de enseñanza-aprendizaje no es preparar a los alumnos para un examen determinado, las formas de evaluar pueden ayudar a impulsar la innovación de los planes de estudios. Cuando ambos procesos se coordinan, las pruebas funcionan como motor para realizar modificaciones en el aula, pues incluso los docentes más reacios, al observar el rezago de sus alumnos, verán la necesidad de mejorar sus prácticas.

Los ítems de bachillerato utilizados en el ejercicio aquí reseñado muestran poca relación con la reforma aprobada en 2012. Esta propone cambios en la manera en que se promueven las habilidades matemáticas, mientras que la prueba sigue evaluando manejo de contenidos, sin aplicación práctica. La evaluación, entonces, no constituye un incentivo para modificar las prácticas usuales, pues los alumnos podrían aprobarla sin necesidad de recibir lecciones más participativas y con procesos de construcción que favorezcan procesos cognitivos más complejos.

Hasta ahora, el diseño de las pruebas nacionales ha estado influenciado por currículos lineales, concebidos por objetivos y basados en contenidos, no en habilidades y capacidades superiores. Ruiz (2019) señala que el modelo ha incluido tablas de especificaciones, consultas a docentes y especialistas, y un tratamiento acorde con paradigmas curriculares anteriores. Aunque el MEP ha tratado de incorporar las características de los nuevos programas en los exámenes, lo ha hecho con el modelo tradicional y no ha avanzado todo lo necesario para integrar capacidades superiores, generar interacciones múltiples entre habilidades, utilizar la contextualización activa y los enfoques específicos del programa.

Este divorcio entre las pruebas que se utilizaban hasta 2016 y los programas vigentes se da, entonces, tanto en la forma como en el fondo. Por esta y otras

razones, a inicios de 2019 se aprobó un cambio significativo en las macroevaluación del sistema educativo, para sustituir los exámenes de bachillerato por las pruebas de Fortalecimiento de Aprendizajes para la Renovación de Oportunidades (FARO). Estas se proponen como evaluaciones de bajo impacto para los estudiantes y como un diagnóstico que permita realizar intervenciones de apoyo para mejorar sus capacidades (recuadro 6.7).

Ruiz (2018) construyó un modelo para asegurar que los ítems de FARO incorporen la intervención de los procesos mediados por docentes y abran rutas para el desarrollo de capacidades superiores. En este se valora cada tarea por medio de indicadores cualitativos en tres grados de complejidad creciente (cuadro 6.10). Los indicadores no dependen de las áreas matemáticas y se pueden usar en todos los niveles educativos.

Trabajar con base en esta una aproximación, sin embargo, implicaría diseñar las pruebas usando exclusivamente la perspectiva descrita, es decir, cada ítem debería ser construido y valorado de esta manera. Ello no resulta fácil, pues los profesionales involucrados en la elaboración de preguntas y exámenes en el pasado han respondido a demandas asociadas a otro tipo de currículos. Se requeriría una “reingeniería” de todo el sistema de construcción de pruebas.

Las pruebas FARO ofrecen una valiosa oportunidad para transformar el papel de las pruebas nacionales en un escenario histórico, en el que ya no tienen cabida los paradigmas curriculares lineales, por contenidos y muy influenciados por el conductismo. Aunque la aprobación de exámenes no es un objetivo en sí mismo de la educación secundaria, son un instrumento de amplio potencial para promover cambios en el trabajo cotidiano en los salones de clases. Cuando se cuenta con un currículo de alta calidad, como en el caso de Matemáticas, y una prueba que mide lo que este promueve, las prácticas de aula tendrán que irse adaptando, no por la necesidad de mejorar resultados en la prueba, sino porque esta brinda información de los vacíos por llenar y las áreas que se deben fortalecer (Ruiz, 2019).

## Recuadro 6.7

**Desafíos en el diseño de las pruebas FARO para incorporar el programa vigente de Matemáticas**

Con la creación de las pruebas de Fortalecimiento de Aprendizajes para la Renovación de Oportunidades (FARO) se abre la posibilidad de ajustar el modelo de pruebas nacionales, lo que en el caso de las Matemáticas supone integrar las características del programa aprobado en 2012 y ofrecer un instrumento adecuado para enfatizar en las capacidades y habilidades superiores. Pero ¿cuáles son los desafíos que tiene FARO para responder a la naturaleza de la “reforma matemática”? A continuación, se sintetizan siete elementos que deben incluir las pruebas nacionales en esta asignatura (Ruiz, 2018):

- **Plantear, esencialmente, problemas**, es decir, la realización de tareas matemáticas en situaciones o contextos claramente definidos, que impliquen un cierto nivel de demanda cognitiva, cuya complejidad debe determinarse con precisión.
- **Incluir contextos reales**, que permitan una interacción activa del alumno,

mediante la identificación, uso y construcción de modelos matemáticos sencillos.

- **Introducir las habilidades tomando en cuenta que estas participan de múltiples maneras**; una tarea matemática puede poner en juego habilidades generales o específicas de un área, entre las cuales pueden existir intersecciones. Por ende, la participación de las habilidades en el diseño de los ítems debe plantearse de manera muy flexible y en acuerdo con el currículo.
- **Las tareas deben ser congruentes con los enfoques del currículo en cada área matemática**. Por ejemplo, en Relaciones y Álgebra se favorece el uso de funciones en situaciones de contexto real, es decir donde las Matemáticas usadas modelan situaciones reales. No es relevante el dominio excesivo de fórmulas y procedimientos algebraicos, el enfoque favorece los aprendizajes conceptuales, así como la modelización.

- Uno de los mayores desafíos en la evaluación educativa nacional es que no puede restringirse a examinar conocimientos y las habilidades asociadas a estos. Es crucial **incorporar las capacidades cognitivas superiores transversales a las áreas (procesos)**.

- **Incluir ítems con los tres niveles de complejidad** que señala el currículo.

- **En el formato de las pruebas se requerirá introducir gradualmente ítems de respuesta abierta**, que simulen mejor la confrontación cognoscitiva con problemas matemáticos y sirvan para evaluar de manera más precisa las capacidades superiores. La introducción del desarrollo en la prueba de Matemáticas no es un asunto trivial; demanda una estrategia con objetivos de corto, mediano y largo plazos.

Fuente: Ruiz, 2019..

## Cuadro 6.10

**Ejemplo de indicadores cualitativos para dos procesos matemáticos, según grado de complejidad**

Proceso matemático	Grado 1	Grado 2	Grado 3
Razonar y argumentar	Responder a preguntas en las que está presente de forma explícita toda la información necesaria para encontrar la solución (preguntas directas como ¿cuántos? ¿cuántos es?).	Identificar información matemática que no está dada de manera explícita en una situación matemática o de contexto.	Plantear argumentos matemáticos para resolver problemas o describir situaciones (matemáticas o de contexto real) no estudiados y complejos.
	Efectuar razonamientos directos o realizar interpretaciones que se extraen literalmente de los resultados de la aplicación de un procedimiento.	Responder a preguntas cuya respuesta no es directa y amerita mayor argumentación (por ejemplo: ¿cómo hallamos? ¿qué tratamiento matemático damos? ¿qué puede o no puede pasar y por qué? ¿qué sabemos? ¿qué queremos obtener?).	Realizar razonamientos matemáticos que muestren la comprensión de la amplitud y los límites de los objetos matemáticos usados y los procedimientos desarrollados.
Plantear y resolver problemas	Resolver problemas con datos sencillos y enunciados de manera explícita, que solo admiten una única solución.	Plantear una estrategia correcta para resolver problemas que no han sido estudiados, identificando con claridad los procedimientos por utilizar.	Resolver problemas que no han sido estudiados, en los cuales se seleccionen, comparen y evalúen diferentes estrategias.
	Resolver problemas que involucran la utilización de algoritmos, fórmulas, procedimientos, propiedades, o convenciones elementales.	Resolver problemas que no han sido estudiados a partir de una situación dada (matemática o de contexto), ejecutando acciones secuenciales descritas con claridad.	Plantear problemas a partir de una situación matemática o de contexto que implique diferentes estrategias o que sean de solución abierta.

Fuente: Ruiz, 2019.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE  
ANÁLISIS CURRICULAR DE LA  
PRUEBA DE CONOCIMIENTOS  
MATEMÁTICOS

véase Mena et al., 2018  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

### Redes de estudio entre alumnos no muestran relación con su rendimiento

El proceso de aprendizaje en el aula no ocurre en un “vacío social”, es decir, no se reduce a la relación binaria docente-alumno, basada en un intercambio aislado entre el conocimiento del primero y el aprendizaje del segundo. El mismo currículo de Matemáticas del MEP llama al trabajo colaborativo entre estudiantes e instruye a los profesores a participar activamente en su inducción. Colaborar implica, por definición, interactuar. Por otro lado, aun cuando no hubiese un lineamiento programático sobre el tema, es claro que, en la práctica, muchas personas pueden “buscarse” para unir esfuerzos en la resolución de ejercicios y la preparación de pruebas. En cualquier caso, lo ideal es que, de acuerdo con la reforma curricular, haya abundante trabajo colaborativo entre la mayoría de los alumnos y que esa situación esté asociada a mejores rendimientos.

La realidad, sin embargo, es más compleja. Los docentes pueden no atender los lineamientos curriculares y abstenerse de incentivar el trabajo colaborativo. A su vez, los estudiantes pueden no querer o no saber cómo trabajar en equipo, y preferir hacerlo individualmente, o no participar en un grupo para ocultar su desinterés y falta de dedicación. Más aún, los alumnos pueden querer formar grupos, pero por motivos distintos a los académicos, por ejemplo, para no sentirse aislados, o por razones reputacionales (estar con los “populares de la clase”), entre otras.

Con estas consideraciones en mente, esta edición del Informe aborda dos interrogantes cuya respuesta proporciona nuevos elementos de juicio para entender

### Recuadro 6.8

#### Recolección de información en el análisis de redes

En el análisis de redes, la etapa clave del trabajo de campo es la manera en que se recolecta la información de las relaciones que las personas tejen alrededor de una actividad. De ahí que exista un desarrollo metodológico especial para registrar las interacciones, así como una terminología y una nomenclatura específicas.

Recolectar los contactos con que un actor interactúa se denomina “generar nombres” (nominar). Para ello hay diferentes estrategias, y su escogencia depende de las características y naturaleza de la red. Por ejemplo, si una red es dispersa y abierta a relaciones externas a su límite, es recomendable generar nombres en forma abierta (Goodreau, 2007). Esta estrategia también aporta una ventaja para redes de tamaño mediano, pero conlleva un trabajo postrecolección muy intenso (González, 2013).

El análisis que se presenta en este Informe tiene una complejidad adicional, pues examina el cambio en los grupos de estudio de los alumnos en dos períodos de observación, uno a la mitad del curso lectivo y otro al final. Este tipo de estudio de redes longitudinales permite analizar cambios y

explicar, por ejemplo, la influencia de las redes en el desempeño académico, a la luz de otras variables. Estudios censales en redes educativas y a la vez longitudinales son raros de encontrar, debido a lo minucioso y caro de la recolección de datos (Grunspan et al., 2014).

Las preguntas que se formulen a las personas investigadas deben ser directas y evitar ambigüedad. Es recomendable, a la hora de generar nombres, que no se limite a una “cuota de nombres”, como ha sido probado en estudios de redes educativas (Grunspan et al., 2014; Brouwer et al., 2017) y analizado metodológicamente (Hennig et al., 2012). Una cuota de nombres se refiere a acotar la cantidad de menciones que el actor puede hacer.

Existe cierta limitación al dar la lista, pues puede ser que existan estudiantes con el mismo nombre, que sea difícil de identificar por apellidos, o que se utilicen sobrenombres. Una opción para lidiar con este problema es que, en caso de duda, el alumno dé una seña o descripción de la persona a quien se refiere (Grunspan et al., 2014).

Fuente: González, 2019.

los pobres resultados de la enseñanza de las Matemáticas en la educación secundaria costarricense: ¿cumplen los docentes con los lineamientos de la reforma curricular en el sentido de promover el trabajo colaborativo? y ¿tiene el trabajo colaborativo de los estudiantes efectos positivos en su rendimiento académico?

Ambas preguntas se responden, de manera preliminar, mediante un análisis de redes efectuado a partir del reporte que hicieron los alumnos sobre sus asociaciones con otros compañeros para estudiar o hacer deberes escolares (recuadro 6.8). Los resultados de ese ejercicio son muy sugestivos. En primer lugar, una gran cantidad de jóvenes, en especial los que tienen notas muy bajas y los que ostentan las mejores calificaciones, socializan menos entre sí a la hora de estudiar.

Solo en pocos colegios, la mayoría de los alumnos participa en redes de estudio de Matemáticas, mientras que en varios centros educativos no se encontró red alguna, pues todos los alumnos trabajan por su cuenta. En muchos colegios hay algún grupo de estudio, pero el mayor porcentaje de estudiantes trabaja de forma independiente. Un dato clave es que los alumnos reportan que los docentes no tuvieron participación en la conformación de las redes, aun en los casos en que estas son amplias y densas. Este hallazgo refuerza una de las conclusiones a las que se arribó en la primera sección de este capítulo: en la práctica, los lineamientos del nuevo currículo de Matemáticas, que llama al trabajo colaborativo, no se están aplicando en las aulas.

En segundo lugar, la relación entre las

redes de estudio y el rendimiento académico no es lineal, y es más compleja de lo que a primera vista se podría suponer. En efecto, puede descartarse el supuesto simplista de que a mayor amplitud y densidad de redes, se obtienen mejores resultados. En parte, ello puede deberse a las razones que animan la conformación de estos grupos y al nulo involucramiento de los docentes. Sin embargo, estas son hipótesis por comprobar y el Informe no tiene material empírico para analizar causalidades.

Lo que sí se sabe es que los alumnos con notas intermedias son los que generan un tejido de relaciones de estudio, pero a la vez ellos son minoría (la mayoría tiene notas bajas). Este patrón se da tanto en la red que se conforma en la práctica, la “red real”, como en la “red ideal”, en la que los estudiantes indican con quién les gustaría reunirse. Al comparar ambos grupos se encuentran algunas diferencias: la red ideal es más densa y tiene relaciones más dinámicas; en la real se dan relaciones recíprocas en una mayor proporción que en la ideal, lo que indica que, para estudiar, los jóvenes buscan a otros que no necesariamente los buscarían a ellos. No obstante, en muchos casos no hay disparidades apreciables entre los dos tipos de red.

La diferencia de densidades entre ambas redes muestra que la mayor separación entre el patrón real de trabajo colaborativo y la red ideal se da en los colegios con notas promedio más bajas y, por ende, es menor en los colegios con las notas más altas. Parece haber aquí un elemento aspiracional: para los alumnos de colegios con promedios más bajos, la red ideal es mucho más densa y menos recíproca que la real, lo que sugiere que el patrón de asociación ideal está ligado a la búsqueda de un valor agregado académico (“estudiar con los que saben”).

Aunque en los centros investigados las redes de estudio están desigualmente distribuidas y configuradas, constituyen un tejido social que puede ser aprovechado, con mentoría docente, como un recurso con potencial pedagógico. En efecto, una tarea necesaria, que está pendiente para los educadores, es identificar a los estudiantes clave que funcionan como

“puentes” entre varios subgrupos, para lograr que el conocimiento se socialice de modo más uniforme.

### La mayoría de las redes de estudio son incipientes

Las interacciones de las y los jóvenes a la hora de estudiar la materia que se imparte en la clase conforman una red cerrada<sup>9</sup>. Como parte del ejercicio de observación en el aula, los alumnos reportaron los subgrupos que ellos mismos conforman dentro de esa red. Se utilizó como punto de partida la lista de la sección, en la que cada estudiante (actor) identificaba a las personas con las que interactúa y, como se verá más adelante, a aquellas con las quisiera interactuar, para estudiar Matemáticas.

Como cada alumno reportó un conjunto de interacciones propio, la reconstrucción de las redes en el aula implicó, en la práctica, efectuar un análisis de “redes en redes”, es decir, entender cómo se superponen y articulan las múltiples relaciones que todos pueden establecer entre sí. Esta reconstrucción fue posible por tratarse de una red base pequeña: aulas con no más de 35 alumnos (González, 2017).

La primera pregunta que se hizo fue: ¿con quién o quiénes de sus compañeros estudia usted para las pruebas de Matemáticas? Mediante un detallado reprocesamiento de la información obtenida, se reconstruyó la totalidad de las relaciones existentes entre los 792 alumnos de los 32 colegios observados<sup>10</sup>.

El resultado global para los centros educativos analizados muestra una multiplicidad de pequeñas redes “locales” que no se conectan entre sí, lo que era de esperar debido al diseño mismo de la investigación: colegios distintos y, dentro de cada uno, la observación de un aula específica. Esas redes locales son identificables en la figura 6.4 por los puntos de un mismo color.

Esta representación permite extraer varias impresiones iniciales importantes: en primer lugar, las redes locales tienen tamaños muy distintos, desde un mínimo de dos o tres, hasta grupos que superan los veinte participantes. En segundo lugar, parecen tener configuraciones

diferentes: algunas son pequeñas “telarañas”, de gente con múltiples interacciones, y otras parecen girar alrededor de pocas personas, a manera de un sistema planetario. Por último, es claro que hay una significativa proporción de jóvenes que no pertenecen a ninguna red, son “pizotes solos”, que enfrentan individualmente la tarea de estudiar Matemáticas, o renuncian a hacerlo.

A partir de esta panorámica general puede efectuarse una primera clasificación de los grupos que se crean cuando los alumnos buscan y son buscados por otros para estudiar. Hay cuatro centros educativos en los que la gran mayoría de los estudiantes no pertenece a ninguna red; en ellos el trabajo con las Matemáticas es, de modo abrumador, individual. En otros, en el extremo opuesto, el estudio de la asignatura para los ejercicios y las pruebas se realiza mediante amplias e interconectadas redes, que cubren a la mayor parte de los compañeros y son pocos los “desenganchados”. En esta situación se encuentran 10 colegios. Finalmente, la mayoría de las instituciones se encuentra en una situación intermedia, con un importante segmento de alumnos que estudian solos (a veces la mayoría), que coexiste con redes relativamente amplias (figura 6.5).

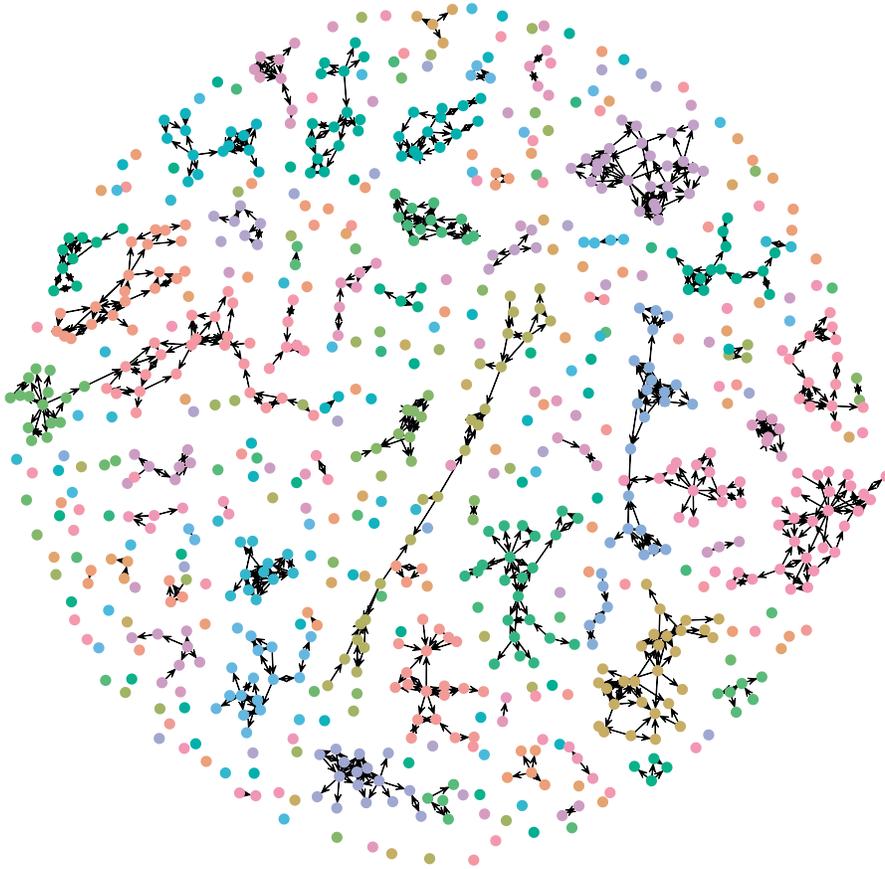
Hay un dato clave que es importante retener a este punto: en ninguno de los colegios observados los docentes participaron en la conformación de las redes de estudio. En todos los casos estas fueron iniciativa de los alumnos y su configuración dependió enteramente de su voluntad o posibilidad. Este dato será de especial relevancia cuando se aborde el tema de la incidencia de las redes en el rendimiento académico. Por el momento, es un indicador claro de que en las aulas observadas no se cumple con los lineamientos de la reforma curricular, que llaman a utilizar el trabajo colaborativo como estrategia clave para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas.

### Las redes de estudio no muestran relación con el rendimiento de los estudiantes

Como se ha visto, los alumnos de los centros educativos observados presentan

Figura 6.4

**Red de estudio real de los estudiantes de 30 colegios públicos de la GAM<sup>a/</sup>**



a/ Cada color identifica un colegio  
Fuente: González, 2019.

diferentes dinámicas de estudio con sus compañeros. Entonces, cabe preguntarse, ¿qué relación tiene una red de estudio con la nota que obtuvieron en la prueba de Matemáticas que les fue aplicada al inicio de año, como parte de esta investigación?

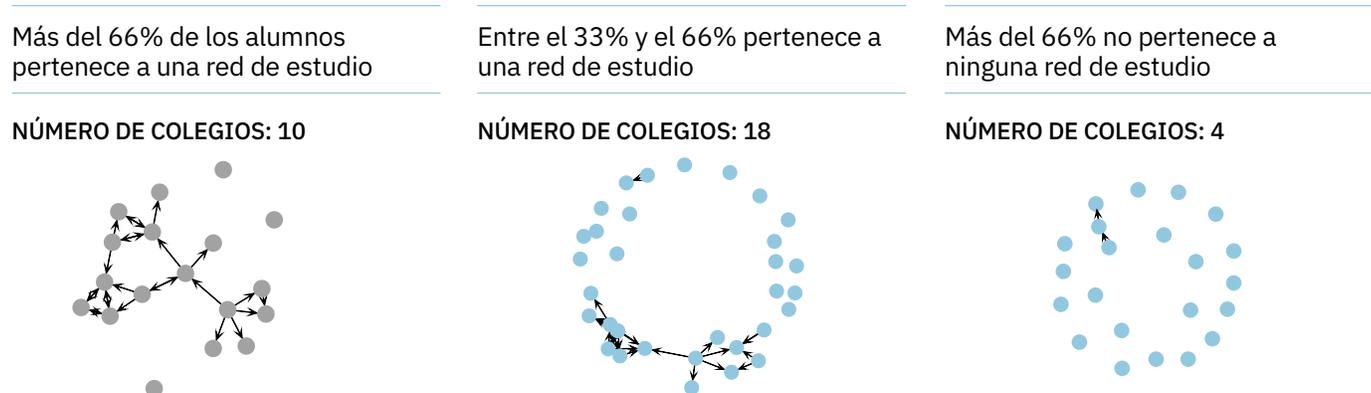
Una manera errónea de buscar respuesta a esta pregunta es efectuar una correlación sencilla entre el tamaño de las redes y los puntajes promedio que obtuvieron los estudiantes. Esta estrategia tiene dos problemas: por una parte, las redes tienen coberturas y conformaciones muy distintas y, por otra, las calificaciones incluyen a los alumnos que participan en los grupos de estudio y a otros que no lo hacen. Por ello, en vez de apresurarse a indagar la asociación entre red y rendimiento académico, un método más apropiado es, primero, entender las diversas configuraciones de las redes; luego, examinar quiénes son, en términos de desempeño individual, sus integrantes y, una vez esclarecido esto, abordar la relación con el rendimiento académico promedio del colegio. En esta sección se analizan estos temas en el orden indicado

**Las redes de estudio tienen configuraciones muy distintas**

La configuración de una red se puede empezar a examinar mediante una estadística propia del análisis de redes, llamada grado de centralidad. Aplicada al caso

Figura 6.5

**Cobertura de las redes de estudio de alumnos de colegios de la Gran Área Metropolitana**



Fuente: Elaboración propia con base en González, 2019.

bajo estudio, esta indica la frecuencia con que un alumno nombra o indica con quiénes estudia más y quiénes otros lo nominan a él. Esta estadística se puede dividir en dos indicadores: el grado de entrada, que se refiere a las nominaciones que recibe un individuo y el grado de salida, que alude a las nominaciones que ese mismo individuo hace. En este trabajo, para describir esos casos, se utilizan las frases “ser buscado” y “buscar a otros”.

En la mayoría de los centros educativos (17) los jóvenes tienden a no ser buscados. Así lo muestran los valores bajos del eje vertical (el valor de la estadística de “ser buscado para estudiar”) que obtienen todos los individuos de la clase, en las figuras que presenta el figura 6.6, y que describen la situación en un colegio típico. Solo pocos centros (5) tienen algunos estudiantes con valores altos, es decir, que son buscados por muchos.

El paso siguiente es valorar la situación de los estudiantes que buscan a otros (figura 6.7). Puede ser que una persona no sea muy solicitada pero ella, en cambio, está muy activa tratando de conectar con gente con la que pueda trabajar. Los resultados indican, como era de esperar,

situaciones muy distintas. En algunos colegios (tres) los alumnos son más activos. La mayoría tiene valores uniformemente bajos y en cuatro predominan valores bajos, pero hay uno o un par de estudiantes que sobresalen.

En cualquier red de contactos es muy importante identificar a los individuos que tienen una posición de intermediarios entre personas que no están conectadas directamente. Esta función, también conocida como “puente”, permite detectar a las personas que vinculan de manera indirecta a otros individuos o grupos, en este caso a la hora de estudiar para las pruebas. En esencia, sirven de puente de información y conocimiento entre grupos que en principio no interactúan entre sí, un aspecto clave para la operación de una red y su adaptación a las condiciones del entorno. Cuanta más redundancia haya en esta función, es decir, más personas que fungen como puentes, más densa, y en principio resiliente, es una red; por el contrario, a menor presencia de individuos que intermedien, más frágil es el grupo (González, 2019). En el análisis empírico, si en el colegio existen varias redes de estudio, un alumno

puente puede conectar más a estos grupos o compañeros y ello se mostrará en una más alta estadística en el indicador correspondiente.

El análisis mostró que siete colegios, poco menos de una cuarta parte del total, tienen estudiantes con los valores más altos de la estadística de intermediación. En otros hay individuos solitarios en esta función, mientras que el resto de la clase tiene valores muy bajos. En los demás centros educativos no se ubicaron personas puente, y todos los alumnos registraron concentraciones en los valores cercanos a cero (figura 6.8).

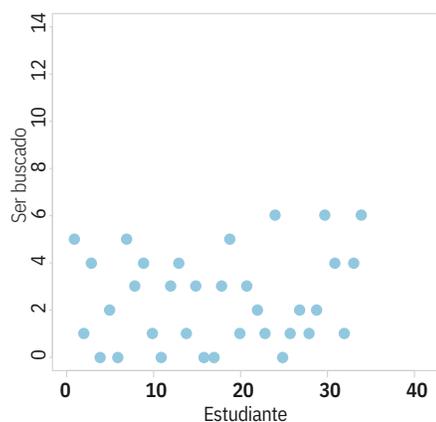
En resumen, el principal hallazgo de este análisis es que, aun cuando los jóvenes se asocian para formar redes de estudio, como se explicó en el apartado anterior, la mayoría son poco buscados y tampoco son muy activos a la hora de buscar compañeros de trabajo. En otras palabras, tienen escasas opciones para configurar sus redes. Ello se refleja en la poca cantidad de estudiantes que alcanzan valores altos en las mediciones y, en consecuencia, en la gran mayoría que muestra bajos valores.

Figura 6.6

### Redes reales de estudio en colegios de la Gran Área Metropolitana: estadística de “ser buscado para estudiar”

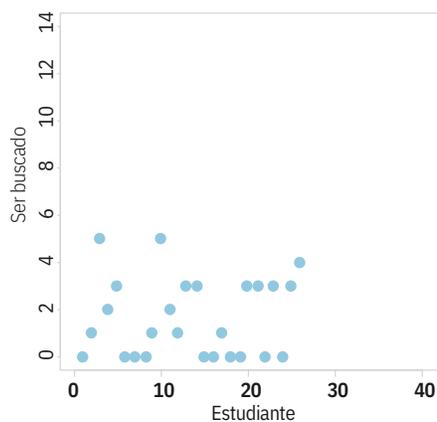
Tres o más personas con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 5



Una o dos personas con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 10



Ningún estudiante en la clase con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 17

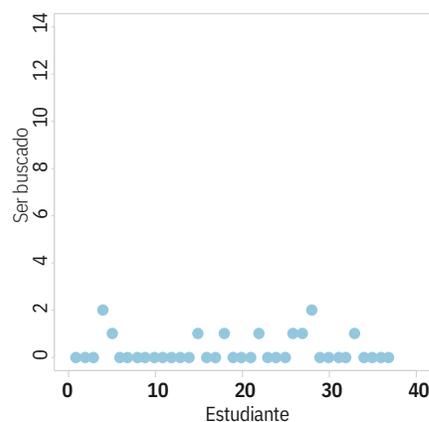
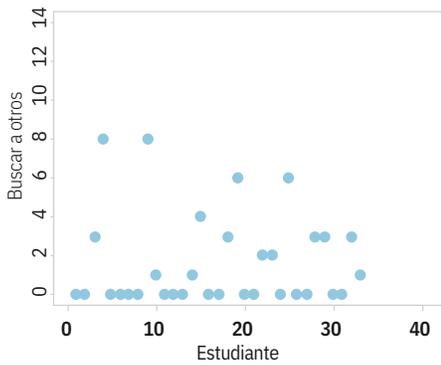


Figura 6.7

**Redes reales de estudio en colegios de la Gran Área Metropolitana: estadística de “buscar a otros para estudiar”**

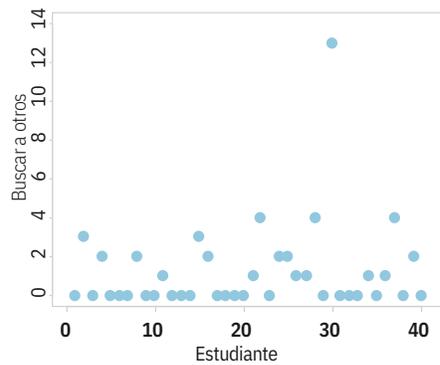
Tres o más personas con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 3



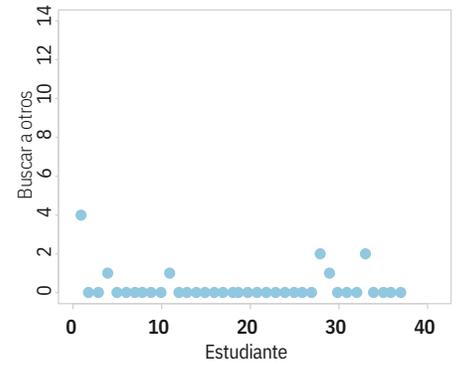
Una o dos personas con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 5



Ningún estudiante en la clase con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 24



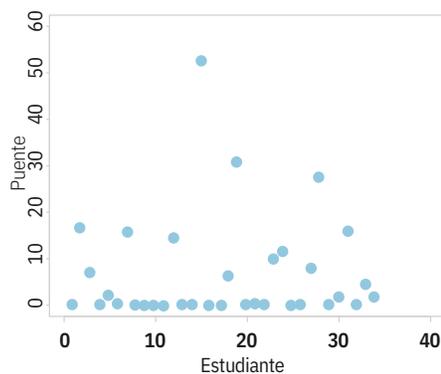
Fuente: Elaboración propia con base en González, 2019.

Figura 6.8

**Redes reales de estudio en colegios de la Gran Área Metropolitana: estadística estudiantes que fungen como “puentes”**

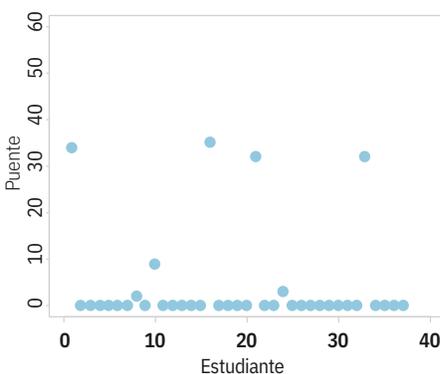
Tres o más personas con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 7



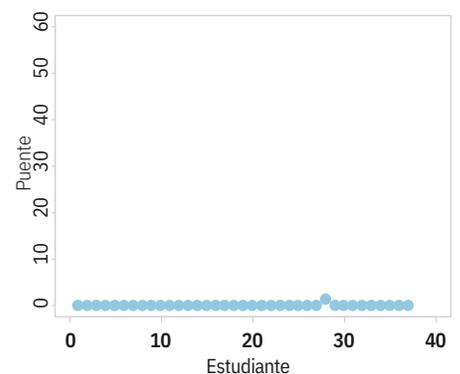
Dos o tres personas con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 6



Ningún estudiante en la clase con valores altos

NÚMERO DE COLEGIOS: 19



Fuente: Elaboración propia con base en González, 2019.

### Alumnos con rendimientos extremos no forman parte de grupos de estudio

Una vez examinada la configuración de las redes de estudio, el próximo paso es identificar el perfil de los estudiantes que las componen según la nota que obtuvieron en la prueba realizada al inicio del curso lectivo. Para conocer esta relación fue preciso crear un modelo de análisis que vinculara la función que un individuo cumple en una red con su puntaje, esto último como un *proxy*, muy poco refinado por cierto, del rendimiento académico.

El punto de partida fue la distribución de las notas en la prueba. El puntaje podía variar entre 0 y 14: el primer valor indicaba que el estudiante no respondió correctamente ninguna pregunta y el segundo, que contestó todas bien. Entre los 792 alumnos incluidos en el análisis, la calificación más alta fue de 10, y la mayoría obtuvo puntajes de entre 4 y 7. Debido a ello, se utilizó la nota 7, al borde inferior del punto medio de la escala, para diferenciar de manera arbitraria un buen resultado de uno malo: ocho puntos o más refleja que la persona logró acertar la mayor parte de los ítems planteados. Al mismo tiempo, las estadísticas de red (“buscar”, “ser buscado” y “fungir como puente”) también se categorizaron en “alto” y “bajo”. El resultado de estas operaciones fue una matriz que estableció cuatro cuadrantes, a partir de los cuales se procedió a clasificar a todos los estudiantes (figura 6.9).

Desde el punto de vista de los lineamientos del currículo, con su énfasis en el trabajo colaborativo, la situación ideal es la existencia de redes de estudio densas y amplias, asociadas a la prevalencia de altos puntajes en la prueba académica (**cuadrante 3**). La peor situación es aquella en que las redes son magras y estrechas, y están vinculadas a bajos puntajes (**cuadrante 2**). Ambas situaciones denotarían una relación positiva entre el trabajo colaborativo y el rendimiento académico.

Hay otras dos situaciones que crearían confusión en esa relación esperada: redes densas y amplias con bajos puntajes (**cuadrante 1**) y redes magras y

Figura 6.9

### Modelo de análisis para la relación entre las redes de estudio y el rendimiento académico

		Rendimiento académico	
		Bajo puntaje (menos de 7 de 14 puntos)	Alto puntaje (más de 7 de 14 puntos)
Calidad de red de estudio	Altos valores en: Ser buscado Buscar Fungir como puente	Cuadrante 1	Cuadrante 3
	Bajos valores en: Ser buscado Buscar Fungir como puente	Cuadrante 2	Cuadrante 4

Fuente: Elaboración propia con base en González, 2019.

estrechas con altos puntajes (**cuadrante 4**). En el primer caso, las redes podrían estar operando más bien como un vector que deprime el rendimiento; y en el segundo, los buenos puntajes serían obra del trabajo individual. En cualquiera de los dos eventos, es necesario discernir las funciones reales que, en la práctica, desempeñan las redes de estudio (por ejemplo, reunión de amigos con pocos espacios para estudiar) y entender mejor el contexto que explica las razones por las cuales el trabajo individual rinde mejores frutos.

Los datos generales, sin diferenciar por colegio, muestran que las redes se forman mayoritariamente con alumnos cuyas notas oscilan entre 4 y 8: las personas más buscadas para estudiar para las pruebas de Matemáticas se concentran en el rango de entre 4 y 7 (gráfico 6. 10a); aquellos que más buscan a otros tienen calificaciones de entre 5 y 8 (gráfico 6. 10b). Por su parte, los estudiantes puente se aglutinan también en el rango de 4 a 7 puntos (gráfico 6. 10c). Los valores altos en las estadísticas de la red no están en los extremos, ya sea personas con notas muy bajas (0 a 3), o con las notas más altas (9 y 10).

En términos de cuadrantes, es claro

que la mayoría de los alumnos se concentra en el cuadrante 2 (red poco densa y estrecha con bajos puntajes en la prueba). Sin embargo, ello no es evidencia de una relación lineal y positiva entre grupo de estudio y resultados: por una parte, el cuadrante 3 (el ideal) está casi vacío en las tres estadísticas de red; por otra, una proporción significativa, aunque minoritaria, de los estudiantes se ubica en los cuadrantes de “confusión” (1 y 4), en los que la relación entre redes y resultados académicos parece no existir.

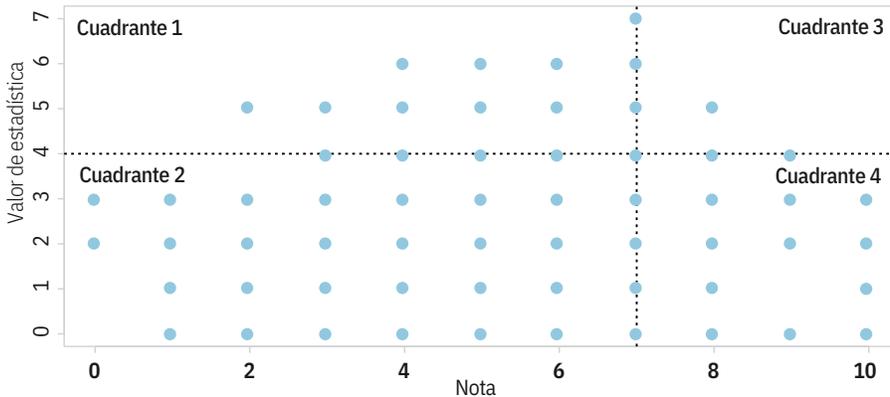
Cuando se analizan los datos por colegio, utilizando la estadística de red acerca de la existencia de estudiantes puente (que socializan conocimientos e interconectan a los demás), solo hay una institución con un alumno claramente posicionado en el cuadrante 3, la situación más deseable. En seis más hay individuos en el límite de pasar del cuadrante 1 al 3: se trata de algunos estudiantes con buenas aptitudes sociales, pero bajo rendimiento. En este caso, las redes mejorarían si se logra que estos jóvenes eleven sus notas, ya que son capaces de generar relaciones y conectar a diversos grupos.

En tres colegios más hay al menos un estudiante que puede convertirse en puente, ya que tiene un valor intermedio

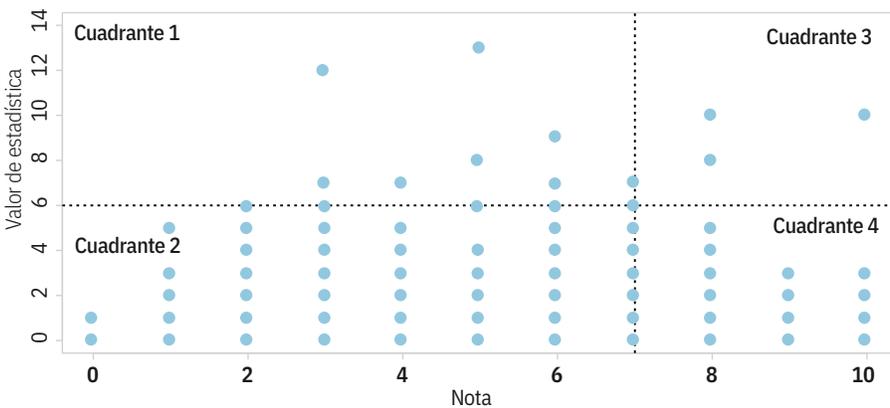
Gráfico 6.10

**Estadísticas de red, según la nota en la prueba de conocimientos matemáticos**

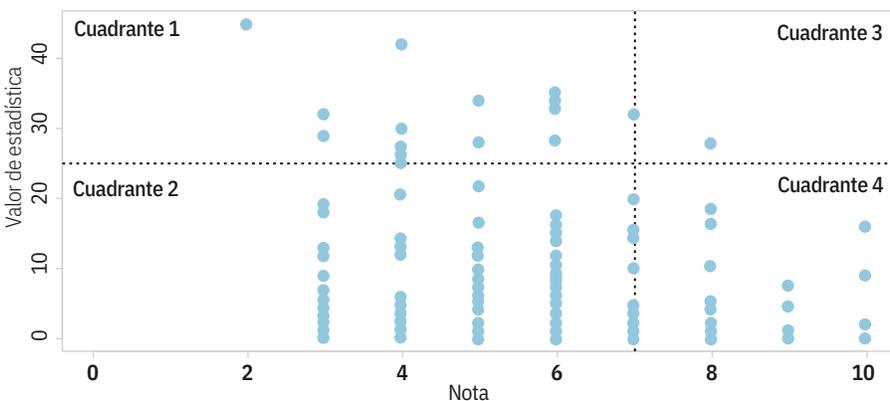
a) Ser buscado



b) Buscar



c) Estudiantes puente



en sus aptitudes sociales (cerca del cuadrante 3) pero se encuentra en una posición de alto rendimiento. Se trata de “pizotes solos” que, con un poco de trabajo, pueden convertirse en una pieza central para mejorar la red de estudio.

En la mayoría de los colegios (24) los estudiantes puente se ubican en el cuadrante 2. Este grupo representa a alumnos que registran valores intermedios, tanto en sus notas como en su nivel de socialización a través de su función como puente. Este es el escenario menos deseable, y puede explicar por qué las redes no están cohesionadas, ni asociadas al rendimiento académico (figura 6.10).

Cuando se analiza otra estadística de la red, la de los estudiantes que son buscados, la situación es bastante similar a la de los alumnos puente. En la red real, los jóvenes que son buscados tienen bajos rendimientos y pocas aptitudes para generar grupos de estudio densos y amplios. La mayoría de quienes reportan ser buscados tienen notas intermedias. Solo en ocho colegios al menos un estudiante de los que reportan ser buscados obtuvo un puntaje alto en la prueba.

Por otro lado, aunque la estadística de buscar a otros tiene un comportamiento similar, la explicación difiere un poco. Acercarse a otros compañeros para estudiar es una acción propositiva animada por algún criterio normativo, implícito o explícito. Idealmente ese criterio estaría basado en el deseo de superación académica. Sin embargo, en esta investigación no se aplicaron instrumentos para entender las motivaciones de esa búsqueda, por lo que se trata de una dimensión no observada.

Pese a esta limitación, el análisis realizado permite ver la frecuencia con que un estudiante busca a otros y su nota asociada. Con algunas variaciones de una o dos personas, la dispersión de los alumnos muestra la distribución que ilustra el gráfico 6.11. La mayoría de los jóvenes tiene bajos rendimientos y busca poco a otros compañeros para estudiar (cuadrante 2). Hay pocos alumnos en los demás cuadrantes. En el tercero se ubica solo un estudiante de buen rendimiento que busca a otros, en principio una situación que favorece la mejora en

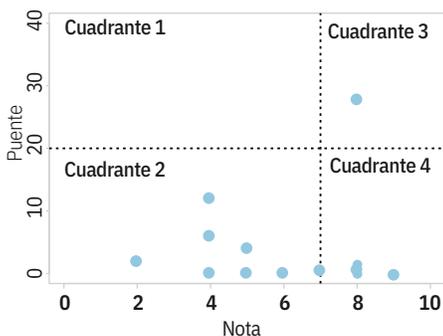
Fuente: González, 2019.

Figura 6.10

**Distribución de colegios según cantidad y clasificación de estudiantes intermediarios o puente**

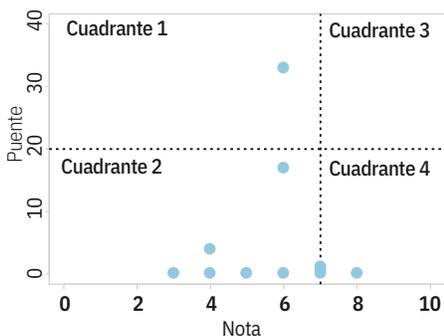
Colegios con al menos un estudiante puente en el cuadrante 3

NÚMERO DE COLEGIOS: 1



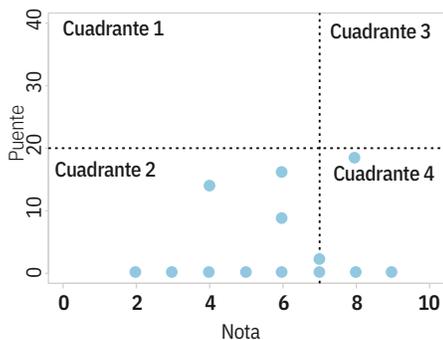
Colegios con algún estudiante puente entre los cuadrantes 1 y 3

NÚMERO DE COLEGIOS: 6



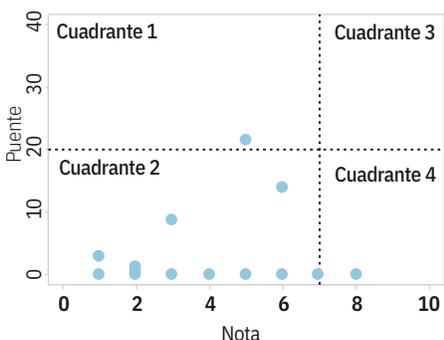
Colegios con algún estudiante puente entre los cuadrantes 4 y 3

NÚMERO DE COLEGIOS: 3



Colegios con estudiantes puente en el cuadrante 2

NÚMERO DE COLEGIOS: 24



Fuente: Elaboración propia con base en González, 2019.

el rendimiento académico, pues puede ayudar a otros alumnos. En el cuadrante 1 se encuentran los estudiantes de bajo rendimiento que buscan a otros, lo que sugiere una motivación de formar grupos que le permitan elevar sus notas.

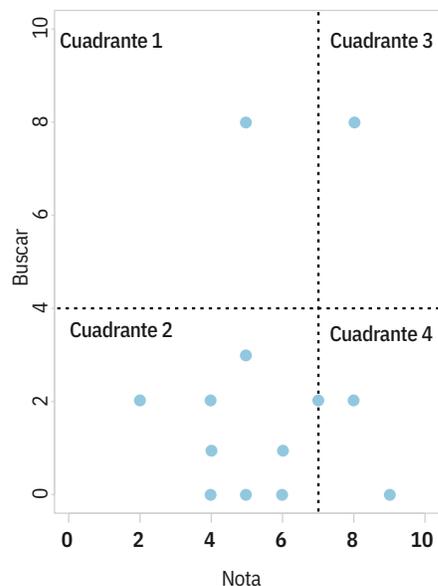
Por último, en el cuadrante 4 se ubican los estudiantes que tienen buenas notas pero prefieren trabajar por su cuenta. Este grupo es poco numeroso, pero representa un reto importante a la luz de la propuesta curricular. La estrategia

docente con este grupo sería buscar la manera de integrarlo y convencerlo de ampliar sus relaciones interpersonales y sus capacidades de trabajo en equipo. Si bien las redes se constituyen, como fue visto, por voluntad de los alumnos, los profesores podrían utilizarlas como un recurso para generar espacios en que los estudiantes de mayor rendimiento se asocien con otros compañeros y colaboren con la mejora de sus notas.

En resumen, en los tres indicadores

Gráfico 6.11

**Distribución de los estudiantes que buscan a otros para estudiar, según rendimiento y aptitudes de socialización**



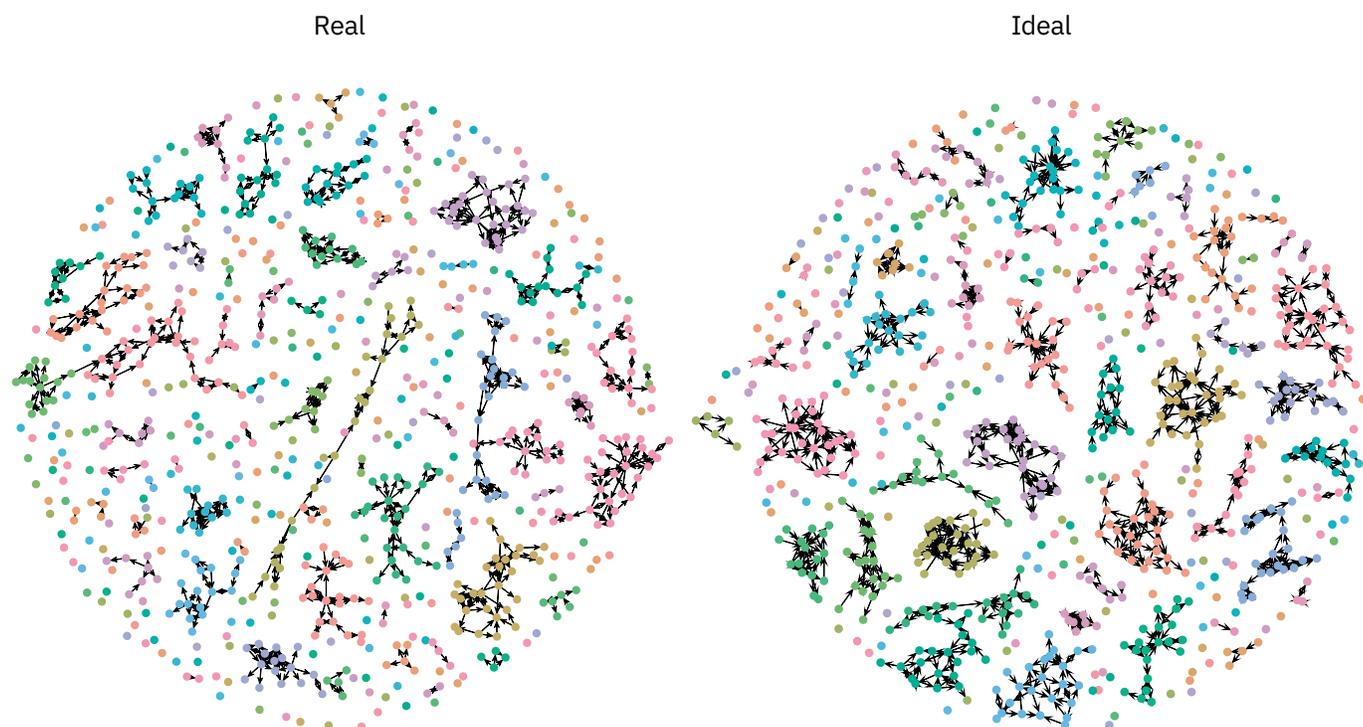
Fuente: González, 2019.

medidos para este ejercicio (estudiantes puente, estudiantes buscados y estudiantes que buscan) se observa que, en cerca de diez colegios, hay al menos un alumno en el cuadrante 3 o en el cuadrante 1 cerca del límite de pasar al 3. En estas, que serían las situaciones ideales, lamentablemente hay pocos estudiantes por colegio. En la mayoría el vínculo entre participación en la red y rendimiento académico no muestra una tendencia clara.

**Estudiantes muestran interés por generar redes de estudio más colaborativas**

Las redes analizadas hasta el momento muestran la situación real reportada por los alumnos. En esta sección se aborda la red ideal que ellos querrían tejer a la hora de prepararse para un examen, construida a partir de la siguiente pregunta: ¿con quién le gustaría estudiar para las pruebas de Matemáticas, idealmente?

Figura 6.11

**Comparación de red real e ideal reportadas por los estudiantes de colegios de la GAM<sup>a/</sup>**

a/ Cada color identifica un colegio

Fuente: González, 2019.

La figura 6.11 compara ambas redes. A primera vista, la ideal se diferencia de la real en cuanto a la cantidad de grupos que se forman. Se observa que los puntos de un mismo color tienden a agruparse entre ellos, lo que indica que, dentro de los colegios, los estudiantes reportan una red más densa y cohesionada, con pocos individuos aislados.

Para comprobar las diferencias entre las redes, es posible construir una serie de indicadores sobre las características de cada una de ellas (cuadro 6.11). Para empezar, la red ideal registra más relaciones: 1.359 frente a 1.262 en la real, casi cien relaciones más. En la red real los alumnos buscan, en promedio, a 1,14 compañeros para estudiar, mientras que en la ideal

Cuadro 6.11

**Comparación de indicadores entre las redes ideal y real reportadas por los estudiantes de colegios de la Gran Área Metropolitana**

Estadística	Red real	Red ideal
Relaciones	1.262	1.359
Promedio de buscar a otros	1,1	1,4
Promedio de ser buscado por otros	1,1	1,4
Promedio puente	2,2	5,0
Relaciones mutuas	209	161
Estudiantes solos	288	221
Densidad de red	0,0018	0,0020

Fuente: Elaboración propia con base en González, 2019.

este indicador sube a 1,35. Resalta que el número de estudiantes puente se duplica en la situación hipotética cuando se compara con la real: en la ideal, habría un promedio de 5 estudiantes puente por colegio, lo que, de darse, ampliaría el potencial de los alumnos de conformar redes, la comunicación y socialización de conocimientos entre ellos, así como la relación entre grupos con distintos niveles de rendimiento académico.

En la red ideal hay 67 jóvenes menos que estudian solos, más de 8 puntos porcentuales por debajo de la proporción observada en la realidad. La única variable que en la red ideal es menor que en la real es la cantidad de relaciones mutuas (209 contra 161), es decir, habría menor reciprocidad en el escenario ideal. Esto indica que las personas que buscan no son, necesariamente, buscadas, y que muchas relaciones de estudio se dan por camaradería y amistad, lo que no se refleja tanto en la red ideal.

Aun en las redes ideales, los jóvenes prefieren estudiar con compañeros que tienen notas intermedias, sin embargo, se muestra una mayor aptitud generalizada

hacia la socialización (ser buscado, buscar o ser puente entre grupos de estudio). Utilizando los cuadrantes definidos en la figura 6.9, se observan cambios en la distribución de los estudiantes. Dado que el rendimiento es el mismo que en la red real, no hay movimientos horizontales en los cuadrantes, pero sí verticales. Hay un paso de alumnos del cuadrante 2 al 1: estudiantes que en la red ideal tenderían a buscar más a sus compañeros o ser buscados por ellos, lo que generaría una mayor disponibilidad de estudiantes puente.

Por otro lado, los estudiantes del cuadrante 4 no tienden a moverse al 3. Esto indica que los alumnos que tuvieron buenas calificaciones en la prueba y estudian solos están poco dispuestos a cambiar sus formas de relacionarse. Se plantea así un importante desafío para el trabajo en clase y para la labor docente, pues implica trabajar habilidades no académicas, pero igualmente relevantes para el desarrollo de los jóvenes.

Gracias a que hay más estudiantes dispuestos a trabajar con otros, se puede decir que, en promedio, la red ideal es

más dinámica que la real. Sin embargo, esta situación no es igual para todos los centros educativos. Para comprender mejor la dinámica, es necesario comparar las interacciones de las dos redes, por colegio (figura 6.12).

El 16 de los 32 colegios consultados, la red ideal representa una mejora con respecto a la situación actual. Las redes hipotéticas que los alumnos quisieran formar, si pudieran, son más cohesivas, con más puentes y menos estudiantes aislados. Por otro lado, en 15 centros las redes permanecieron casi invariables, es posible que se haya identificado nuevos estudiantes puente o que son buscados para estudiar, pero estos reemplazarían a los que ya existen y la red del grupo no sufre cambios a nivel global. La cantidad de subgrupos es la misma y un porcentaje muy similar de alumnos permanece aislado. Cabe la posibilidad de que la red real de un colegio sea óptima a criterio de los estudiantes y que, si están a gusto con los grupos que han conformado, no tienen motivaciones para cambiar sus respuestas en la situación hipotética.

Se logró identificar un caso en el que

Figura 6.12

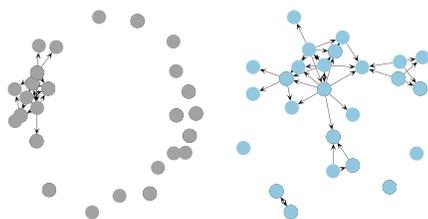
### Clasificación de colegios según cambio entre red real e ideal

La red ideal mejora con respecto a la real

NÚMERO DE COLEGIOS: 16

Red Real

Red Ideal

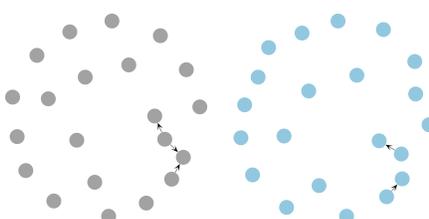


Ambas redes son similares

NÚMERO DE COLEGIOS: 15

Red Real

Red Ideal



La red ideal empeora con respecto a la real

NÚMERO DE COLEGIOS: 1

Red Real

Red Ideal

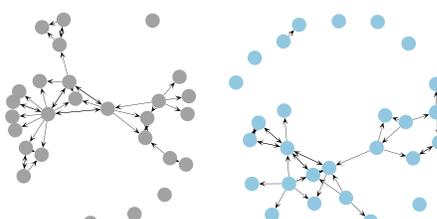
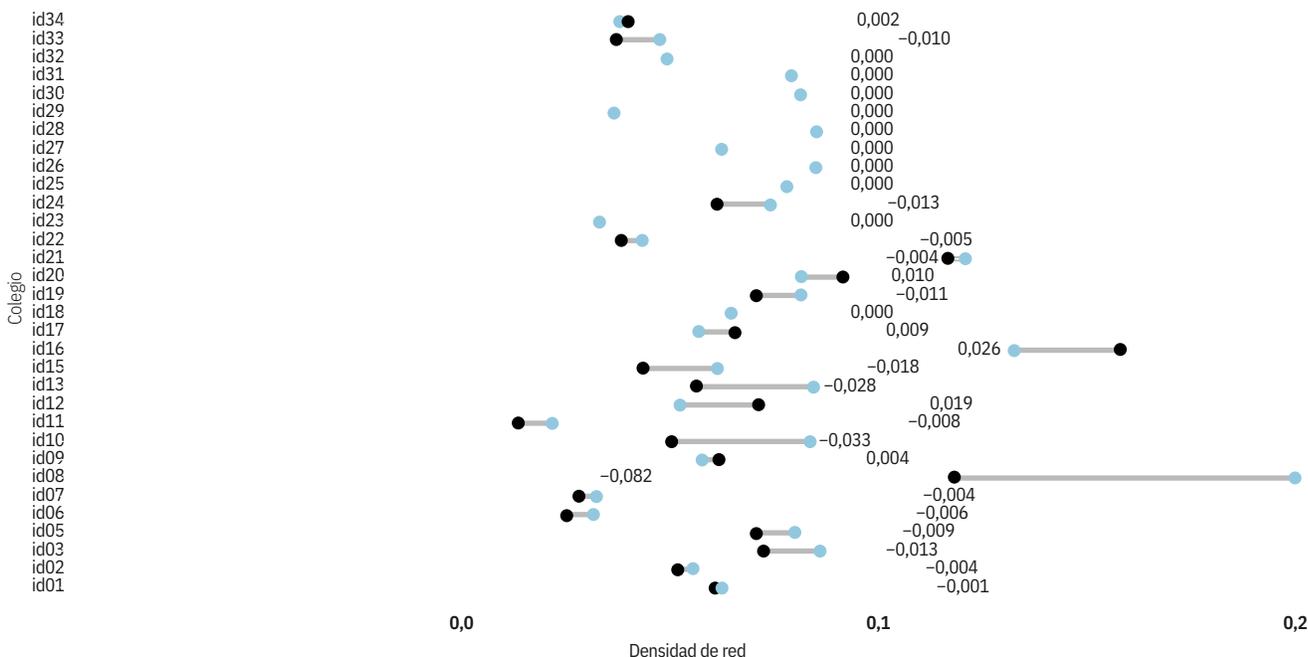


Gráfico 6.12

Diferencia de densidades de la red real y la red ideal, según la nota promedio de los colegios



Fuente: González, 2019.

la red ideal empeora con respecto a la real. Una explicación posible es que los estudiantes no están convencidos de la utilidad de las redes que han formado y no visualizan una situación hipotética mejor, por lo que preferirían trabajar de manera independiente. Esto es inesperado, pues los estudiantes participan voluntariamente en las redes y no es fácil encontrar razones para entender por qué permanecen dentro de un grupo que no les gusta o no les trae ningún beneficio. Sin embargo, en este estudio no se recolectó información suficiente para conocer los factores que llevan a los estudiantes a agruparse del modo en que lo hacen.

Un indicador clave para determinar las diferencias entre las redes reales y las ideales, es su densidad. Este valor varía entre 0 y 1, e representa los vínculos existentes entre todas las agrupaciones posibles. Un valor de 1, el máximo, señala una gran densidad, pues en la práctica se establecen todas las interacciones que teóricamente se podrían pensar (“todo el

mundo se relaciona con todo el mundo”). Un valor de 0 refleja absoluto aislamiento (“nadie se relaciona con nadie”). De esta manera, los valores más altos indican más relaciones generadas. Ahora bien, si se resta la densidad de la red real a la de la ideal (*Real - Ideal*) se obtiene una estimación del cambio a favor de una red ideal. Si el valor es negativo, indica que la densidad de la red ideal es mayor que la de la red real.

El análisis arroja que en la mitad de los colegios, 16 de 32, la red ideal tiene una densidad mayor que la real, un resultado esperado en la medida en que, en principio, cabe suponer que en la red ideal se expresa un deseo o aspiración de mejorar la situación real. Sin embargo, en seis centros educativos sucede lo contrario: la densidad de red real es mayor que en la ideal, y en 10 colegios no se registran diferencias entre ambas. Vistos en conjunto, estos hallazgos cuestionan el supuesto sobre la superioridad normativa de la red ideal: en la práctica, la relación empírica entre ambos tipos de redes es

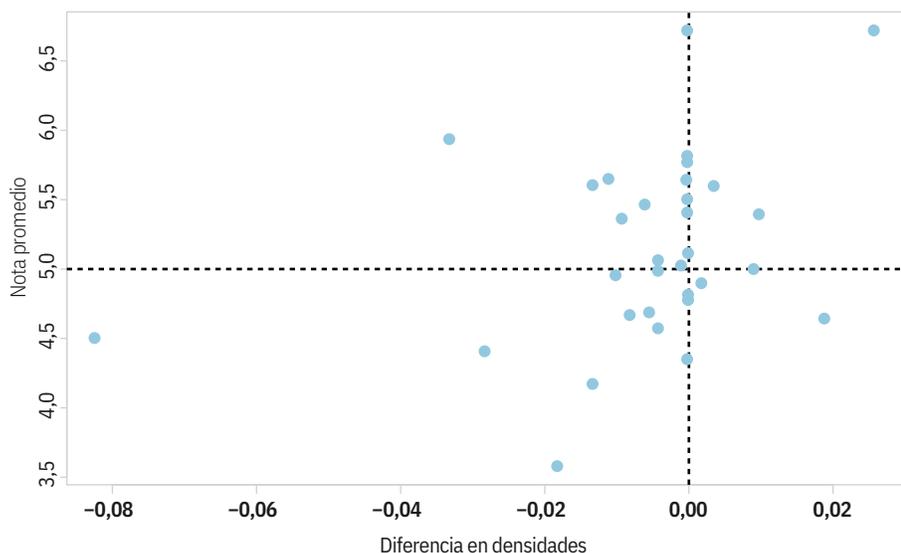
más compleja, por lo que, en futuras investigaciones, será necesario indagar las verdaderas funciones que cumplen las redes de estudio y compararlas con aquellas que, idealmente, los alumnos piensan que deberían tener.

Una advertencia necesaria: aunque globalmente el análisis de densidad de redes confirma los datos analizados en esta sección, lo cierto es que hay una pequeña diferencia: la clasificación de centros educativos por el cambio en la densidad no concuerda con los datos expuestos en el cuadro 6.17. Esto se debe a que el cálculo de la densidad se realiza con base en todas las relaciones posibles, mientras que la clasificación responde a una mejora con respecto a la situación inicial, tomando en cuenta las decisiones de agrupación reales como dadas (gráfico 6.12).

El gráfico 6.13 muestra la relación entre la diferencia en densidades (real-ideal) y las notas de los estudiantes en la prueba aplicada al inicio de año. De manera interesante, la relación entre ambas variables

Gráfico 6.13

### Diferencia de densidades de la red real y la red ideal, según la nota promedio de los colegios



Fuente: González, 2019.

es positiva, es decir, mayores puntajes en las pruebas de se asocian a diferencias positivas entre la red ideal y la real. En los colegios con calificaciones más bajas, la disparidad entre las densidades es menor a cero, por lo que las redes ideales son más densas que las reales. Así, los alumnos de colegios con notas promedio más bajas prefieren una red más densa y dinámica, que les permita estudiar con compañeros con quienes ellos perciben que tendrían mejor rendimiento. Este es un dato relevante, pues abre una oportunidad a los docentes de impulsar el trabajo colaborativo, a sabiendas de que los alumnos desearían crear redes para mejorar su desempeño académico.

Por otro lado, los colegios con diferencias iguales o mayores a cero tienden a tener puntajes promedio superiores. En esencia, el rendimiento más alto brinda los estudiantes menos incentivos para crear nuevas relaciones, ya que las existentes les funcionan para lograr un mejor desempeño. Este hallazgo es preocupante pues, aunque en estos colegios el rendimiento promedio es superior, tampoco es bueno, y será necesario trabajar con especial

ahínco para que los alumnos descubran el valor agregado que una red de estudio puede aportar.

#### PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE REDES DE ESTUDIO EN AULAS DE DECIMO AÑO

véase González, 2019  
en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr)

#### Desafíos y recomendaciones

La información analizada en este capítulo permite identificar un conjunto de desafíos que requieren atención en los próximos años. Sobre esa base, a continuación, se plantea una serie de recomendaciones específicas, a las cuales subyace la idea de que la implementación de un programa de estudios no debe limitarse a difundirlo entre los actores que lo deben ejecutar, y luego dejarlo librado a su evolución espontánea. Se requiere

un conjunto de acciones que permitan su aplicación en las aulas, para lograr el aprendizaje esperado en los alumnos. Hay mucho trabajo por hacer en temas de acompañamiento y supervisión de los docentes, pero se abre un reto importante de cara a la implementación de las pruebas FARO. El diseño de estas ofrece la oportunidad para contar con una macroevaluación acorde con el currículo vigente de Matemáticas, que sirva como una buena medida de las habilidades que desarrollan los estudiantes y a la vez impulse nuevas formas de enseñar.

- Fortalecer el dominio de los programas de estudio en las y los profesores, en cuanto a: el enfoque curricular, las habilidades generales y específicas, los procesos matemáticos, la estrategia metodológica principal, la organización de las lecciones (según las etapas y momentos), ejes disciplinares y niveles de complejidad en las tareas asignadas.
- Promover eventos académicos, cursos de capacitación y autoformación, presenciales o en línea, que le permitan al docente mantenerse actualizado sobre temáticas como: la resolución de problemas como estrategia metodológica, experiencias exitosas acerca de la implementación de los programas, uso de tecnologías digitales, didácticas específicas para la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.
- Utilizar el perfil del educador definido en los programas aprobados en 2012, para orientar los procesos de contratación del MEP, de cara a la renovación del personal docente.
- Desarrollar mecanismos de acompañamiento docente con mayor protagonismo de los asesores pedagógicos regionales del área, para garantizar la aplicación de los programas oficiales.
- Asegurar la coherencia de las nuevas pruebas FARO con la propuesta curricular y los objetivos de aprendizaje en Matemáticas. Las pruebas deberán tener al menos cinco elementos: contextualización en situaciones reales,

integración de habilidades generales y específicas, ítems en los tres niveles de complejidad, ítems que evalúen capacidades cognitivas y preguntas de respuesta abierta que permitan evaluar el proceso de respuesta y no solo si esta es correcta.

- El rediseño de las pruebas implica un desafío importante para las autoridades ministeriales. Se trata de reformular ítems, de contar con preguntas abiertas, revisarlas y generar información que permita a los profesores mejorar sus prácticas diarias. Todo esto implica nuevas capacidades para quienes los diseñan, los aplican y para quienes median en la relación entre las autoridades del MEP y los docentes y directores de los centros educativos.
- Las universidades que forman docentes deben incluir en sus planes de estudio, contenidos que permitan desarrollar

las habilidades plasmadas en un perfil docente básico requerido por el MEP, tomando en consideración que esta institución es el mayor empleador de ese segmento. Asimismo, el egresado debe tener la capacidad de adaptarse a propuestas curriculares emanadas de diversas entidades educativas en las que labore durante su vida profesional.

La cohorte de niños y niñas que ingresó a primer grado en 2013 será la primera en cursar toda su formación bajo los nuevos programas de Matemáticas. Egresará de la enseñanza media en 2024, luego de un promedio once años de escolaridad. El ideal planteado por el MEP y buscado por la reforma, era que estas personas fueran las primeras en alcanzar con plenitud la competencia matemática. Sin embargo, los resultados de este análisis muestran un panorama poco alentador. Si la situación observada en esta investigación se está dando en otros nive-

les y el resto de centros educativos, habrá un conjunto de generaciones sin las habilidades mínimas que se requieren para desempeñarse de forma autónoma en la sociedad, para ingresar ya sea a la educación superior o al mercado laboral.

El desafío para el MEP es propiciar un ambiente de trabajo que motive a los docentes a conocer y aplicar los programas de Matemáticas. Para ello debe conocer qué se hace en el aula, cómo se hace, y tener formas de monitorear el avance. Deberá también diseñar intervenciones en las prácticas obsoletas y promover el acompañamiento constante para impedir que las resistencias afecten los aprendizajes de los alumnos. El diagnóstico indica que, luego de siete años de reforma, es poco lo que las clases han cambiado y lo que los estudiantes aprenden. Los análisis presentados pretenden servir como insumo para afrontar esta situación e impulsar mejoras en los próximos años.

**La coordinación de este capítulo estuvo a cargo de:** Jennyfer León.

**La edición técnica fue realizada por:** Jennyfer León y Jorge Vargas Culléll.

**Se prepararon los siguientes insumos:** *Observación de prácticas de aula y evaluación de los aprendizajes de los estudiantes*, de Johanna Mena, María del Rocío Mora, Berny Salas, Alejandra Sánchez, Marianela Zumbado y Dayanna Arce de la UNED; *Análisis de redes educativas: Redes de estudio en matemática*, de Vladimir González, y *Desafíos de las pruebas FARO frente a la reforma matemática*, de Ángel Ruíz.

**Por sus comentarios, observaciones e información brindada se agradece a:** Isabel Román, Ronald Alfaro y Rafael Segura del PEN, Ángel Ruíz (PREMCR), Melania Brenes (IDP-MEP), Leda Muñoz (FOD), Yadira Barrantes (Dirección Regional Alajuela-MEP), Guaner Rojas, Ricardo Alvarado y Johnny Madrigal de la UCR.

**Por el apoyo al equipo de investigación se agradece a:** Yarith Rivera y Jency Campos de la UNED

**Por el apoyo en procesamientos de información se agradece a:** Esteban Pérez

**Por la colaboración en el diseño de la prueba y selección de ítems se agradece a:** la Dirección de Evaluación y Gestión de la Calidad del MEP

**Por su participación como miembros del jurado del Fondo Concursable 2018 se agradece a:** Renata Villers (ADA), Gilbert Ulloa (UNED), Edwin Chaves (UNA) y Guaner Rojas (UCR).

**Por la autorización para ingresar a las aulas se agradece a:** las autoridades del MEP.

**Por su colaboración y apertura para realizar pruebas piloto se agradece a:** Ingrid Jiménez, directora del CTP Carrizal; Alan Astorga y Silenne Fernandez del Colegio El Carmen de Alajuela; Giovanni Barillas y Luis Daniel Montero del Liceo San Miguel de Desamparados.

**El taller de consulta se llevó a cabo el 30 de octubre de 2018, con la participación de:** Andrea Araya, Dayanna Arce, Elizabeth Figueroa, Andy Flores, Guiselle Garbanzo, Paulo García, Johanna Mena, Rocío Mora, Leda Muñoz, Olmer Núñez, Christian Ocampo, Ricardo Poveda, Berny Salas, Alejandra Sánchez, Carlos Luis Torres, Gilbert Ulloa, María Eugenia Venegas, Marianela Zumbado, Magaly Zúñiga.

**Se agradece de manera especial a:** todos los asesores, directores, docentes, personal administrativo y alumnos que colaboraron en los estudios de campo.

**La revisión y corrección de cifras fue realizada por:** Jennyfer León.

---

## Notas

1 El Fondo Concursable destina recursos del Conare para fortalecer la investigación educativa en el país. Cada dos años se convoca a equipos de investigación adscritos a las universidades públicas, para que participen con propuestas de investigación en temas definidos por el equipo de técnico del Estado de la Educación.

2 Razonar y argumentar, planear y resolver problemas, comunicar, conectar y representar.

3 El registro de la lección iniciaba tres minutos después de que sonaba el timbre de entrada, para dar tiempo a que los alumnos y el docente tomaran sus lugares.

4 De 14 posibles.

5 El presente capítulo solo incluye los datos analizados para colegios públicos, La información de los colegios privados puede encontrar en Mena et al., 2018 en [www.estadonacion.or.cr](http://www.estadonacion.or.cr).

6 Los ítems utilizados para el análisis corresponden a las pruebas de bachillerato de 2016. Sin embargo, desde entonces se ha venido trabajando para mejorar las preguntas y lograr mayor correspondencia con el currículo (E: Cruz, 2019, esta entrevista puede consultarse en las Referencias bibliográficas de este capítulo).

7 Los resultados se presentan solo para las habilidades generales y la cantidad de ítems incluidos por cada una, según área.

8 La implementación de las pruebas FARO fue aprobada por el Consejo Superior de Educación en sesión del 19 de febrero de 2019, en el acta 12-2019.

9 Se define la red cerrada como aquella que se conforma entre los actores que la componen, es decir, sin influencia de actores externos. Para el caso de estudio, la red está compuesta por los alumnos y el docente y las relaciones que ellos establezcan entre sí. No se considera la influencia de otras personas externas a la red, como padres de familia, directores, otros docentes o estudiantes, o tutores particulares.

10 Se incluyen 28 colegios públicos y 4 privados que participaron en el ejercicio.