



PRIORIZACIÓN DE HABILIDADES NUMÉRICAS DENTRO DEL MARCO CURRICULAR NACIONAL OBLIGATORIO EN MATEMÁTICAS, COMO MEDIADOR DE LA INEQUIDAD SOCIOECONÓMICA¹

Macarena Santana, Escuela de Gobierno, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Verónica Cabezas, CEPPE UC, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile y Núcleo Milenio en Desarrollo Social.

Miguel Nussbaum, CEPPE UC, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Tania Cabello-Hutt, University of North Carolina at Chapel Hill.

Magdalena Claro, CEPPE UC, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Luis Maldonado, Instituto de Sociología, Facultad de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica de Chile.

RESULTADOS

- Dentro del currículum de matemáticas de primer ciclo básico, las habilidades numéricas en estudiantes de 4to básico son el área que más fuertemente predice el rendimiento futuro en la prueba SIMCE de matemáticas en 8vo básico.
- En cuanto a la importancia de las áreas restantes del currículum de matemáticas, el poder predictivo de álgebra es mayor que el de las áreas de geometría y análisis de datos, independiente de la dependencia del establecimiento. Sin embargo, la magnitud y significancia de la relación entre estas áreas y el rendimiento futuro varían según el tipo de dependencia del establecimiento en el que se miden.
- El efecto del incremento en el desempeño de las habilidades numéricas sobre el rendimiento futuro en matemáticas es similar al efecto de asistir a un establecimiento de dependencia privada. Esto, en términos de puntaje SIMCE, implica que un incremento en el desempeño en habilidades numéricas podría compensar la brecha en el desempeño entre establecimientos privados y establecimientos que reciben financiamiento estatal.
- Las habilidades lingüísticas, medidas como desempeño en la prueba SIMCE de lenguaje, resultaron ser un predictor tan importante como álgebra en el rendimiento futuro en matemáticas, y con mayor poder predictivo que geometría o análisis de datos. Aun así, predicen en menor medida el rendimiento futuro en matemáticas en comparación con el desempeño en habilidades numéricas.
- En general, ser mujer se asocia a un menor desempeño futuro en matemáticas. Al comparar la magnitud de su relación con el resto de las áreas curriculares de matemáticas, el género tiene un poder predictivo menor que tres de las cuatro áreas, siendo sólo mayor que el área de análisis de datos.

IMPLICANCIAS

- Priorizar el desarrollo de las habilidades numéricas en el currículum de primer ciclo de educación básica, en relación a otras áreas, podría contribuir a disminuir la inequidad socioeconómica en el rendimiento en matemáticas y mejorar el desempeño futuro de los estudiantes en dicha asignatura.
- El manejo de álgebra y geometría de los estudiantes durante la enseñanza básica podría ser relevante para su desempeño futuro, independiente del tipo de dependencia del establecimiento al que asisten. Esto sugiere que son áreas curriculares que debieran ser efectivamente cubiertas.
- Dado el bajo poder predictivo de análisis de datos en el desempeño futuro en matemáticas, se sugiere analizar la cobertura efectiva de esta área durante los primeros años de enseñanza básica.
- La importancia del desempeño de los estudiantes en lenguaje sobre su rendimiento futuro en matemáticas reafirma la relevancia de asegurar y reforzar la alfabetización básica de los estudiantes en áreas como aritmética, lectura y escritura.
- Dadas las características del presente estudio, no es posible afirmar relaciones causales entre manejar las distintas áreas curriculares y el desempeño futuro de los estudiantes en matemáticas. Así mismo, tampoco se pueden extraer explicaciones causales para el desempeño futuro en otras asignaturas.

¹ Elaborado en base al artículo original: Santana, M., Cabezas, V., Nussbaum, M., Cabello-Hutt, T., Claro, M., & Maldonado, L. (2020). How Prioritizing Number Skills Can Act as a Mediator for Socioeconomic Inequality within a National Math Compulsory Curriculum. *The Elementary School Journal*, 120(4), 580-610.

Para citar: Santana, M., Cabezas, V., Nussbaum, M., Cabello-Hutt, T., Claro, M., & Maldonado, L. (noviembre de 2020). *Priorización de habilidades numéricas dentro del marco curricular nacional obligatorio en matemáticas, como mediador de la inequidad socioeconómica*. CEPPE Policy Brief N°26, CEPPE UC.

- A través de un estudio descriptivo correlacional, se analizó el efecto del conocimiento de los estudiantes—i.e., el puntaje obtenido—en las áreas curriculares evaluadas en la prueba SIMCE de matemáticas de 4to básico (habilidades numéricas, álgebra, geometría y análisis de datos el año 2007), sobre su desempeño global posterior en matemáticas, usando la prueba SIMCE para 8vo básico en el año 2011.

Áreas curriculares evaluadas en prueba SIMCE de matemáticas de 4º básico el año 2007

Habilidades numéricas

Evalúa habilidades para trabajar con números enteros y establecer relaciones entre ellos mediante operaciones aritméticas básicas además de la comprensión e identificación de fracciones.

Álgebra

Evalúa habilidades para resolver ecuaciones con un término desconocido en distintas partes de esta.

Geometría

Evalúa la conciencia espacial, la habilidad para describir e interpretar trayectorias y ubicaciones en un gráfico, además de la habilidad para visualizar distintas perspectivas de figuras. Asimismo, el área también evalúa habilidades para reconocer, clasificar y comparar figuras geométricas.

Análisis de datos

Evalúa habilidades para hacer uso de números para leer, interpretar y organizar información en tablas y gráficos.

- Se consideraron como variables independientes adicionales: (1) el puntaje en la prueba SIMCE de lenguaje de 4to básico; (2) el género del estudiante según autodeclaración; (3) el tipo de dependencia administrativa/financiera del establecimiento, distinguiendo entre los que reciben financiamiento estatal (público o particular subvencionado), y establecimientos privados; y (4) el promedio general de notas de los estudiantes en 3ro y 4to básico.
- La muestra efectiva fue de 158.818 estudiantes, quienes representan el 67% del universo registrado para rendir el SIMCE en el año 2007. Esta muestra proviene del 95% de los establecimientos educacionales en Chile. Para asegurar la representatividad geográfica (rural o urbano) y de tipo de dependencia escolar, se calcularon pesos de muestreo (*sampling weights*) y se ponderaron en las estimaciones (*Centro de Educación y Tecnología—Enlaces, 2011*).
- Para abordar la primera pregunta de investigación, i.e. estudiar la importancia relativa de los ejes curriculares de matemáticas en la predicción del desempeño futuro de un estudiante, se desagregaron los resultados en las cuatro áreas curriculares de matemáticas evaluadas por la prueba SIMCE en cada uno de sus cuatro formatos. Luego, se estimó un modelo jerárquico lineal para cada uno de los formatos, usando la submuestra para cada área como variable dependiente. Finalmente, se realizaron tests de Wald para comparar los coeficientes de regresión e identificar si las diferencias encontradas eran estadísticamente significativas.
- Para abordar la segunda pregunta de investigación, i.e. cómo varía la importancia relativa de los ejes curriculares según el tipo de dependencia administrativa/financiera del establecimiento educativo, se realizaron dos aproximaciones analíticas complementarias. Primero, se estimaron y compararon los coeficientes de regresión de las variables de interés (áreas del currículum de matemáticas y tipo de establecimiento), usando el mismo modelo jerárquico lineal indicado en el punto anterior. En segundo lugar, se analizaron interacciones, para lo cual se separó la muestra por tipo de establecimiento y se estimó el mismo modelo de regresión para cada submuestra. Este enfoque permitió analizar variaciones en el tamaño del efecto de cada área de matemáticas según tipo de establecimiento, es decir, según el contexto socioeconómico en el que los estudiantes aprenden.

LA IMPORTANCIA DE LA PRIORIZACIÓN CURRICULAR EN MATEMÁTICAS

En el contexto de las aulas del siglo XXI, la priorización del contenido dentro del marco curricular es un fenómeno cada vez más relevante. La creciente tendencia a enfocarse en el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior por sobre el contenido académico (Apino & Retnawati, 2017; Binkley et al., 2012; Schleicher, 2012; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2005), los diferentes ritmos de aprendizaje de cada estudiante (Pritchett & Beatty, 2012) y la dificultad que supone cubrir todos los contenidos y habilidades definidos en el marco curricular anual (Ramírez, 2006), hacen necesario que los docentes deban identificar y priorizar aquellos tópicos que tienen un mayor impacto sobre el desempeño general de los estudiantes (Schumm et al., 1994).

Por otra parte, las oportunidades que tiene un estudiante de ser expuesto a cierto contenido curricular varían según el contexto socioeconómico de su comunidad escolar (Schmidt et al., 2011). De esta manera, quienes asisten a establecimientos de niveles socioeconómicos más bajos pueden tener consistentemente menos oportunidades de que el contenido curricular sea efectivamente cubierto por sus profesores. Lo anterior es especialmente cierto en el caso de matemáticas y particularmente relevante en países que se encuentran en vías de desarrollo, pues muchos estudiantes no alcanzan un nivel mínimo de competencia en esta asignatura en las distintas etapas de su educación (Agencia de Calidad de la Educación, 2015; Bos et al., 2016; Glewwe & Kremer, 2006). Por ejemplo, en el caso de Chile, entre un 35% y 45% de los estudiantes de 4to básico logra un nivel “insuficiente” en la prueba SIMCE de matemáticas, mientras que sólo un 25% de ellos logra un nivel “adecuado” (MINEDUC, 2007a, 2012b). En contraste, el porcentaje de estudiantes que obtiene un nivel “adecuado” en la prueba SIMCE de lenguaje es de entre el 30% y 40% (MINEDUC, 2007a, 2012b). Por su parte, los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA) del año 2012 señalan que, aproximadamente, un tercio de la brecha socioeconómica en el desempeño matemático de los estudiantes puede ser explicada por la familiaridad que éstos tienen con temas tales como álgebra y geometría, así como la frecuencia con la que se enfrentan a problemas matemáticos formales (Schmidt et al., 2015). Sin embargo, dicho estudio no aborda cómo la exposición a distintas áreas de contenido matemático contribuye al desempeño futuro en esta materia y, por ende, a la desigualdad en el desempeño. Es relevante comprender cuáles tópicos los docentes debiesen cubrir efectivamente dado que **menores niveles de cobertura efectiva de contenido pueden llevar a resultados educacionales futuros más bajos (Levin, 2006)**, sobre todo en el caso del sistema escolar chileno que presenta altos niveles de segregación socioeconómica (Schmidt et al., 2015).

Cobertura escolar efectiva

El concepto de cobertura escolar efectiva es utilizado en la literatura especializada para dar cuenta, por un lado, de la cobertura de contenidos en el aula por parte del docente y, por el otro, de cobertura en términos del logro de aprendizajes esperados por parte de los estudiantes.

EL DESARROLLO DE HABILIDADES NUMÉRICAS TEMPRANAS Y EL DESEMPEÑO EN MATEMÁTICAS

El nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes durante los primeros años de escolaridad puede afectar el nivel de conocimiento que éstos adquieren posteriormente, con lo cual la adquisición temprana de conocimiento puede aumentar o reducir la inequidad con el tiempo (Bodovski & Farkas, 2007). En el caso de matemáticas, se han encontrado asociaciones entre las habilidades aritméticas (*numeracy*—entendidas como la comprensión y el trabajo con números), desarrolladas durante la infancia temprana y el desempeño posterior de los estudiantes tanto en la enseñanza básica (Geary, 2011; Jordan et al., 2010; Passolunghi & Lanfranchi, 2012), como en la media (Watts et al., 2014). Sin embargo, la mayoría de los estudios disponibles han considerado medidas globales del conocimiento matemático (Rittle-Johnson et al., 2017) y sólo unos pocos han explorado la contribución relativa de todas las áreas específicas de conocimiento matemático—números, álgebra, geometría, análisis de datos—sobre el desempeño futuro en esta asignatura.

Asimismo, la mayoría de los estudios se han enfocado en los años preescolares y el primer ciclo básico pero pocos estudios han considerado qué ocurre más adelante durante el segundo ciclo de la enseñanza básica. Los estudios que sí han indagado en estos niveles de enseñanza han identificado que el conocimiento previo sobre automatización de las operaciones básicas (*fact fluency*), aritmética y sobre fracciones y divisiones incide en el desempeño matemático posterior de los estudiantes (Nelson et al., 2016; Träff, 2013; Siegler et al., 2012). En relación a los contenidos específicos de las distintas áreas de matemática, se ha identificado que la comprensión del concepto de igualdad en álgebra, las habilidades espaciales y el conocimiento de figuras en geometría durante el primer ciclo de enseñanza básica tienen un efecto en el desempeño matemático de los estudiantes durante el segundo ciclo de enseñanza básica (Knuth et al., 2016; Logan & Lowrie, 2017; Rittle-Johnson et al., 2017). Por su parte, en el caso del análisis de datos, la evidencia disponible sugiere que las habilidades relacionadas a ello (comprender gráficos, por ejemplo) en la etapa preescolar son un predictor significativo del desempeño posterior en matemáticas y que esta asociación es similar a la de geometría con el desempeño futuro en matemáticas (Nguyen et al., 2016).

Dada la relativa escasez de evidencia para el segundo ciclo de la enseñanza básica, se toma la evidencia existente en otros niveles de enseñanza, particularmente en la etapa preescolar, para asumir que las habilidades numéricas son el área más importante para el desempeño futuro de los estudiantes en matemáticas. También usualmente se asume que todo el conocimiento es igualmente importante y que ningún área curricular debiese de ser priorizada en relación a otra. Sin embargo, la correcta priorización curricular y la contribución relativa de las distintas áreas matemáticas es un tema crucial que debe ser explorado para desarrollar políticas públicas sobre el currículum en matemáticas, reducir la inequidad socioeconómica en el desempeño y para guiar a los docentes en la priorización curricular de esta asignatura.

Para comprender lo anterior también se deben considerar otras variables relevantes para el desempeño académico de los estudiantes, en particular el desarrollo de habilidades de lectoescritura, las

cuales resultan fundamental para el desempeño en otras asignaturas, como matemáticas y ciencias (Norris & Phillips, 2003; Savolainen et al., 2008; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008). Si bien, existe amplia evidencia disponible sobre la importancia de las habilidades de lenguaje para la asignatura de matemáticas (Gersten et al., 2005; Powell et al., 2017; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008), se suele asumir, sin testear estadísticamente, que el conocimiento matemático (habilidades numéricas, álgebra, geometría o análisis de datos) es un mejor predictor del desempeño futuro en esta asignatura que las habilidades lingüísticas. Sin embargo, la evidencia indica que los estudiantes con un desempeño más débil en comprensión lectora tienen también un desempeño consistentemente más débil en matemáticas (Mullis et al., 2012).

Por otra parte, existe escasa evidencia sobre si la relación entre el conocimiento previo en un área específica de matemáticas y el desempeño en esta asignatura varía dependiendo del tipo de establecimiento o del nivel socioeconómico del estudiante. Por el contrario, la literatura ha explorado extensamente la incidencia del nivel socioeconómico en el desempeño académico general de los estudiantes (Bradley & Corwyn, 2002; Buchmann, 2002; Dahl & Lochner, 2005; OECD, 2012; PISA, 2012; Sirin, 2005; Sullivan, 2007), así como en su desempeño en matemáticas (Jordan et al., 2006; Sirin, 2005). Esta relación usualmente se explica por diversos aspectos ambientales, por ejemplo, el ambiente en el hogar (Berger et al., 2009), la promoción a nivel familiar de prácticas educativas o el nivel y calidad de exposición a las matemáticas desde una edad temprana. Todos estos factores llevarían a que los estudiantes pertenecientes a niveles socioeconómicos más bajos comiencen su educación en desventaja respecto a sus pares pertenecientes a niveles socioeconómicos más altos, así como al desarrollo de una actitud negativa hacia el aprendizaje (Nores & Bennett, 2016). Entender cuáles temas dentro del currículo de matemáticas debiesen ser priorizados es importante en tanto permite mejorar el desempeño futuro de los estudiantes en esta asignatura, contribuyendo a reducir la inequidad socioeconómica en el desempeño y resultados educativos.

RESULTADOS PRINCIPALES

Los resultados del análisis descriptivo correlacional dan cuenta de que la mayoría de las variables incluidas en el modelo (habilidades numéricas, álgebra, geometría, puntaje en la prueba SIMCE de lenguaje, género y tipo de establecimiento-todas medidas en 4to básico) tienen una asociación estadísticamente significativa con el desempeño futuro en matemáticas (medido en 8vo básico). La única excepción es análisis de datos, la cual no tiene una relación estadísticamente significativa con el desempeño en matemáticas en 8vo básico para una de las submuestras de la prueba SIMCE (formato B²). En términos generales, tanto las habilidades numéricas desarrolladas en 4to básico, como asistir a un establecimiento de elite están fuertemente correlacionadas con el desempeño futuro en matemáticas durante 8vo básico. Estas asociaciones son estadísticamente significativas después de controlar por las otras covariables y al tomar en cuenta el efecto aleatorio del establecimiento.

¿CUÁLES ÁREAS DEL CURRÍCULUM EN MATEMÁTICAS PREDICEN MEJOR EL DESEMPEÑO FUTURO DE LOS ESTUDIANTES EN ESTA ASIGNATURA?

LA IMPORTANCIA DE LAS HABILIDADES NUMÉRICAS.

Los resultados muestran que las habilidades numéricas son clave para el desempeño futuro de los estudiantes en matemáticas. El tamaño del efecto de esta área sobre el desempeño posterior es de 0.30, el cual es ligeramente mayor al tamaño de efecto promedio encontrado por la literatura (Hill et al., 2008) para estudios sobre enseñanza básica (0.23). Más aún, los resultados revelan que el efecto marginal del desempeño de los estudiantes en habilidades numéricas es significativamente mayor al efecto de su desempeño en otras áreas de matemáticas y al puntaje obtenido en la prueba de lenguaje SIMCE de 4to básico. **Este hallazgo confirma la creencia generalizada sobre la importancia de las habilidades numéricas** y va en línea con lo encontrado en estudios previos de pequeña y mediana escala, conducidos en países desarrollados, sobre la importancia de las habilidades específicas relacionadas a esta área matemática, tales como habilidades aritméticas. Considerando la heterogeneidad académica de los estudiantes dentro de los establecimientos (Steenbergen-Hu et al., 2016), **esta información es especialmente valorable para docentes que necesitan priorizar el currículum.** También provee a quienes diseñan políticas públicas de evidencia correlacional sobre la importancia de enfocarse en habilidades numéricas a una edad temprana para mejorar el desempeño futuro de los estudiantes en matemáticas.

ÁLGEBRA, GEOMETRÍA Y ANÁLISIS DE DATOS.

Por otra parte, los resultados del análisis de regresión muestran diferencias considerables en la relación entre las áreas matemáticas restantes y el desempeño futuro de los estudiantes en esta asignatura. Respecto a geometría y análisis de datos, los resultados muestran que un aumento de una desviación estándar en geometría se relacionan a un incremento de 0.1 de desviación estándar en el desempeño en matemáticas durante 8vo básico, mientras que el tamaño del efecto de análisis de datos es cercano a cero (0.04). Respecto a álgebra, su relación con el desempeño futuro es más fuerte que la de geometría, ya que, al comparar los coeficientes de regresión, se observa que su poder predictivo sobre el desempeño futuro en matemáticas es consistentemente mayor al de geometría, con un efecto de 0.17 en promedio.

Este hallazgo es complementario a estudios previos que destacan **la importancia de manejar álgebra durante el segundo ciclo básico** (Liang et al., 2018; Spielhagen, 2006). Por otra parte, si bien la literatura señala que el conocimiento de figuras geométricas durante el primer ciclo de enseñanza básica no es un predictor del desempeño posterior (Rittle-Johnson et al., 2017), **los resultados del estudio dan cuenta de que geometría si es un predictor importante del desempeño en matemáticas en 8vo básico**, aun cuando su asociación sea menor a habilidades numéricas y álgebra. Por su parte, el pequeño tamaño del efecto de análisis de datos resalta la importancia de continuar explorando si, durante los primeros años de enseñanza básica, se le debiese dedicar tanta atención a esta área del currículum como se les dedica a los conceptos de álgebra, pues la prueba SIMCE, que incluye la misma cantidad de

2 Tal como fue explicado en metodología, la prueba Simce cuenta con 4 formatos, donde se realizó un análisis de regresión para cada uno.

preguntas para ambas áreas, sugiere que éstas tienen la misma relevancia en el currículum. Sin embargo, también es cierto que el número de preguntas no representa necesariamente la cobertura efectiva que recibe cada área en la sala de clases.

LA IMPORTANCIA DE LAS HABILIDADES LINGÜÍSTICAS.

Los resultados también revelan la importancia del desempeño de los estudiantes en lenguaje para su desempeño global en matemáticas, pues el puntaje obtenido en la prueba SIMCE de lenguaje en 4to básico resultó ser un predictor tan importante como álgebra (y más importante que geometría o análisis de datos) del desempeño posterior en matemáticas. En este caso, un aumento de una desviación estándar en el puntaje de la prueba SIMCE de lenguaje se relaciona con un incremento de 1/6 de desviación estándar en el desempeño en matemáticas durante 8vo básico. Este es un hallazgo consistente con investigaciones previas, las cuales han dado cuenta de la asociación entre el desempeño en lenguaje y el desempeño en matemáticas (Mullis et al., 2012; Norris & Phillips, 2003; Savolainen et al., 2008; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008). Además, este hallazgo provee más evidencia respecto a **la importancia de reforzar o asegurar una alfabetización básica en áreas como aritmética, lectura y escritura.**

GÉNERO.

Respecto al género de los estudiantes, los resultados apuntan a una desventaja para las estudiantes mujeres, donde al controlar por las otras covariables, ser mujer se relaciona a un puntaje aproximadamente 0.09 desviaciones estándares menor, respecto a sus pares varones, en la prueba SIMCE de matemáticas en 8vo básico. **La desventaja de género en el desempeño de los estudiantes en matemáticas es un hallazgo consistente con estudios previos, basados en los resultados TIMSS del año 2003 y 2011 para Chile** (Mullis et al., 2012; OECD, 2012). Por otra parte, los resultados dan cuenta de que esta asociación es más débil que la asociación del desempeño con el conocimiento previo de los estudiantes en habilidades numéricas, álgebra, geometría y lenguaje, pero más fuerte que la asociación entre desempeño y análisis de datos. Sin embargo, dado que este estudio es descriptivo, no se pueden aseverar explicaciones causales para la relación entre género y el desempeño futuro. La diferencia de género encontrada en el desempeño en matemáticas podría deberse a las diferencias en la forma que los estudiantes hombres y mujeres procesan muchas tareas espaciales (Logan & Lowrie, 2017), o bien podría no estar reflejando una diferencia en habilidades sino que relacionarse a otros factores, como las creencias de las mujeres sobre diferencias de género en matemáticas (Hill et al., 2010). Alternativamente, también podría deberse a diferencias en las formas que los estudiantes lidian con la experiencia de enfrentarse a pruebas o evaluaciones (Dweck, 2006).

LA RELACIÓN ENTRE EL CONOCIMIENTO PREVIO EN MATEMÁTICAS, EL CONTEXTO SOCIOECONÓMICO EN EL QUE LOS ESTUDIANTES APRENDEN Y SU DESEMPEÑO FUTURO EN MATEMÁTICAS.

Respecto a la relación entre el conocimiento previo de los estudiantes en las distintas áreas de matemáticas y el contexto socioeconómico donde ellos aprenden, **los resultados reafirman la importancia**

de las habilidades numéricas, dado que el desempeño de los estudiantes en esta área de contenido podría ser más importante para su desempeño futuro en matemáticas que si éstos asisten o no a un establecimiento particular pagado. Los resultados dan cuenta que, al controlar por las otras covariables y el efecto escuela aleatorio, el efecto marginal del conocimiento en habilidades numéricas sobre el desempeño en la prueba SIMCE de 8vo básico es similar en tamaño al efecto marginal de pertenecer al decil más rico de la población, reflejado en el tipo de establecimiento al que asisten los estudiantes. Por su parte, la asociación entre habilidades numéricas y desempeño futuro en matemáticas es significativamente mayor que la asociación entre el desempeño futuro y el tipo de establecimiento al que asisten los estudiantes. En términos de puntaje SIMCE, esto significa que un incremento de dos desviaciones estándares en habilidades numéricas podría compensar la brecha en el desempeño entre establecimientos privados y establecimientos que reciben financiamiento estatal. En cuanto a la importancia relativa de las áreas restantes, ésta varía dependiendo del tipo de establecimiento en la que se miden. Sin embargo, el tamaño del efecto estimado para álgebra se mantiene bastante constante, independiente del tipo de establecimiento, lo que podría significar que el manejo de álgebra podría ser igualmente fructífero para el desempeño futuro de los estudiantes, independiente del establecimiento al que asisten.

Por otra parte, se encontró que la relevancia predictiva de las habilidades numéricas y de geometría es más fuerte para establecimientos privados que para establecimientos que reciben financiamiento estatal. Sin embargo, al agrupar a los estudiantes en quintiles de acuerdo a su nivel de conocimiento previo en las áreas de matemáticas, se observa que, incluso tras controlar por tipo de establecimiento, el tamaño del efecto de las habilidades numéricas y de geometría incrementa en la medida que incrementa el conocimiento previo de los estudiantes. Estas diferencias pueden ser impulsadas por la profundidad y complejidad de las prácticas de los docentes, aumentando la brecha para estudiantes que son expuestos a más oportunidades de aprendizaje pero que no están preparados para recibir conocimientos nuevos.

Lo anterior no debe interpretarse como que todos los estudiantes debiesen ser expuestos (o privados) a contenido más difícil y complejo. Los estudiantes que son expuestos a más oportunidades de aprendizaje pueden lograr más en matemáticas pero también pueden desarrollar emociones más negativas sobre la asignatura (Brunyé et al., 2013; Hannula, 2002). Al contrario, este resultado destaca la importancia de estudiar cuál es el efecto de exponer a los estudiantes a contenido más complejo antes de que hayan adquirido las habilidades básicas mínimas, y de continuar indagando sobre las áreas de contenido matemático que son más importantes y que deben ser priorizadas. También **subraya la necesidad de examinar el rol que tienen estas áreas de contenido matemático como moderadores de la inequidad socioeconómica.** Esto es particularmente relevante en países como Chile que, dentro de las naciones de la OECD, presenta una de las mayores diferencias socioeconómicas y culturales entre estudiantes (OECD, 2012).

REFERENCIAS:

- » Agencia de Calidad de la Educación. (2015). Resultados educativos 2015. Recuperado de: http://archivos.agenciaeducacion.cl/Presentacion_resultados_educativos_8basico_llmedio_2015.pdf.
- » Agencia de Calidad de la Educación. (2018, July). SIMCE. Recuperado de: <http://www.agenciaeducacion.cl/evaluaciones/que-es-el-simce/>.
- » Apino, E., & Retnawati, H. (2017). Developing instructional design to improve mathematical higher order thinking skills of students. *Journal of Physics: Conference Series*, 812, 1–7.
- » Berger, L. M., Paxson, C., & Waldfogel, J. (2009). Income and child development. *Children and Youth Services Review*, 31(9), 978–989.
- » Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer.
- » Bodovski, K., & Farkas, G. (2007). Mathematics growth in early elementary school: The roles of beginning knowledge, student engagement, and instruction. *Elementary School Journal*, 108(2), 115–130.
- » Bos, M. S., Elías, A., Vegas, E., & Zoido, P. (2016). América Latina y el Caribe en PISA 2015: ¿Cómo le fue a la región? Perú. Ministerio de Educación. <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/5081>.
- » Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 371–399.
- » Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., & Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 27, 1–7.
- » Buchmann, C. (2002). Measuring family background in international studies of education: Conceptual issues and methodological challenges. In A. C. Porter & A. Gamoran (Eds.), *Methodological advances in cross-national surveys of educational achievement* (pp. 150–197). National Academies Press.
- » Dahl, G. B., & Lochner, L. (2005). The impact of family income on child achievement (*Working Paper No. 11279*). National Bureau of Economic Research.
- » Dweck, C. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.
- » Centro de Educación y Tecnología—Enlaces. (2011). *SIMCE TIC reporte técnico. 2do año de educación media 2011*. MINEDUC.
- » Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539–1552.
- » Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293–304.
- » Glewwe, P., & Kremer, M. (2006). Schools, teachers, and education outcomes in developing countries. *Handbook of the Economics of Education*, 2, 945–1017.
- » Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 25–46.
- » Hill, C., Corbett, C., & St. Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. ERIC.
- » Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child Development*, 77(1), 153–175.
- » Knuth, E. J., Stephens, A. C., McNeil, N. M., & Alibali, M. W. (2006). Does understanding the equal sign matter? Evidence from solving equations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(4), 297–312.
- » Levin, H. M. (2006). On the relationship between poverty and curriculum. *North Carolina Law Review*, 85, 1381.
- » Liang, J.-H., Heckman, P. E., & Abedi, J. (2018). Prior year's predictors of eighth-grade algebra achievement. *Journal of Advanced Academics*, 29(3), 249–269.
- » Logan, T., & Lowrie, T. (2017). Gender perspectives on spatial tasks in a national assessment: A secondary data analysis. *Research in Mathematics Education*, 19(2), 199–216.
- » MINEDUC. (2007a). *Informe nacional de resultados SIMCE 2007*. Recuperado de: http://archivos.agenciaeducacion.cl/biblioteca_digital_historica/resultados/2007/result_2007.pdf
- » MINEDUC. (2012b). *Informe nacional de resultados SIMCE 2012*. Recuperado de: http://archivos.agenciaeducacion.cl/biblioteca_digital_historica/resultados/2012/result_2012.pdf
- » Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. ERIC.
- » Nelson, P. M., Parker, D. C., & Zaslofsky, A. F. (2016). The relative value of growth in math fact skills across late elementary and middle school. *Assessment for Effective Intervention*, 41(3), 184–192.
- » Nores, M., & Bennett, W. (2016). *Low-performing students: Why they fall behind and how to help them succeed*. OECD.
- » Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.
- » Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J. S., Wolfe, C., & Spitler, M. E. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 550–560.
- » Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2012). *PISA 2012 results: What students know and can do: Student performance in mathematics, reading and science*. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-I.pdf>
- » Programme for International Student Assessment. (2012). *PISA results: Excellence through equity: Giving every student the chance to succeed (Vol. 2)*. OECD.

- » Passolunghi, M. C., & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 42–63.
- » Powell, S. R., Driver, M. K., Roberts, G., & Fall, A.-M. (2017). An analysis of the mathematics vocabulary knowledge of third- and fifth-grade students: Connections to general vocabulary and mathematics computation. *Learning and Individual Differences*, 57, 22–32.
- » Pritchett, L., & Beatty, A. (2012). The negative consequences of overambitious curricula in developing countries (*Working Paper 293*). Center for Global Development.
- » Ramírez, M.-J. (2006). Understanding the low mathematics achievement of Chilean students: A cross-national analysis using TIMSS data. *International Journal of Educational Research*, 45(3), 102–116.
- » Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G., & Farran, D. C. (2017). Early math trajectories: Low income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11. *Child Development*, 88(5), 1727–1742.
- » Savolainen, H., Ahonen, T., Aro, M., Tolvanen, A., & Holopainen, L. (2008). Reading comprehension, word reading and spelling as predictors of school achievement and choice of secondary education. *Learning and Instruction*, 18(2), 201–210.
- » Siegler, R. S., Duncan, G. J., Davis-Kean, P. E., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M., Susperreguy, M. I., & Chen, M. (2012). Early predictors of high school mathematics achievement. *Psychological Science*, 23(7), 691–697.
- » Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417–453.
- » Schleicher, A. (2012). Preparing teachers and developing school leaders for the 21st century: Lessons from around the world. OECD.
- » Schmidt, W. H., Cogan, L. S., Houang, R. T., & McKnight, C. C. (2011). Content coverage differences across districts/states: A persisting challenge for US education policy. *American Journal of Education*, 117(3), 399–427.
- » Schmidt, W. H., Burroughs, N. A., Zoido, P., & Houang, R. T. (2015). The role of schooling in perpetuating educational inequality: An international perspective. *Educational Researcher*, 44(7), 371–386.
- » Schumm, J. S., Vaughn, S., & Leavell, A. G. (1994). Planning pyramid: A framework for planning for diverse student needs during content area instruction. *Reading Teacher*, 47(8), 608–615.
- » Spielhagen, F. R. (2006). Closing the achievement gap in math: The long-term effects of eighth grade algebra. *Journal of Advanced Academics*, 18(1), 34–59.
- » Steenbergen-Hu, S., Makel, M. C., & Olszewski-Kubilius, P. (2016). What one hundred years of research says about the effects of ability grouping and acceleration on K–12 students' academic achievement: Findings of two second-order meta-analyses. *Review of Educational Research*, 86(4), 849–899.
- » Sullivan, A. (2007). Cultural capital, cultural knowledge and ability. *Sociological Research Online*, 12(6), 1–14.
- » Träff, U. (2013). The contribution of general cognitive abilities and number abilities to different aspects of mathematics in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116(2), 139–156.
- » United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2005). Education for all: The quality imperative. Unesdoc.unesco.org/images/0013/001373/137333e.pdf
- » Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J.-E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409–426.
- » Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher*, 43(7), 352–360.

ACERCA DE CEPPE-UC

CEPPE UC tiene como misión prioritaria realizar investigación sobre políticas y prácticas en educación, para contribuir al desarrollo del sistema educativo chileno. El Centro busca mejorar la base de evidencia con que la sociedad y las instituciones educativas cuentan para comprender y responder a las demandas educacionales del país.

En particular, CEPPE UC impulsa una amplia agenda de proyectos de investigación, tanto avanzada como aplicada, que abordan problemas estratégicos de la educación chilena desde una perspectiva multidisciplinaria.

ACERCA DE LA SERIE POLICY BRIEFS

Esta serie busca contribuir a la difusión del conocimiento y la promoción del debate educacional entre los actores relevantes. Sus números contienen los principales hallazgos de investigaciones avanzadas y aplicadas realizadas en el Centro desde el año 2010.

Para contribuir al debate educacional en marcha, la serie ofrece al público –tanto masivo como especializado– evidencia acotada y de fácil consulta, en un formato breve y accesible.

La producción académica del Centro es variada y se encuentra disponible en distintos formatos, que se pueden encontrar en el sitio web institucional www.ceppeuc.cl.

OTRAS PUBLICACIONES

Entre ellos destacan:

- Libros Ediciones UC. Colección en Educación CEPPE UC.

La Colección se ha propuesto como objetivo la comunicación de nuevas ideas, hallazgos y evidencias en un lenguaje accesible, para contribuir desde la academia a la discusión y propuestas de políticas públicas en educación.

- Artículos académicos. CEPPE UC genera investigación educacional de excelencia, publicando en revistas académicas de alto impacto tanto nacionales como internacionales en una gama amplia de áreas y disciplinas de la investigación educacional.