

CAPÍTULO VII

Neurociencia de la motivación escolar

SUSANA CLARO
Escuela de Gobierno UC

TOMÁS OSSANDÓN
Facultad de Medicina UC

Neurociencia de la motivación escolar

INVESTIGADORES¹**SUSANA CLARO**

Escuela de Gobierno UC

TOMÁS OSSANDÓN

Facultad de Medicina UC

Resumen²

La mentalidad de crecimiento refiere a la creencia de las personas sobre sus capacidades y la posibilidad de aumentarlas. En educación, se ha demostrado que estudiantes con mentalidad de crecimiento tienden a mostrar mayor motivación y perseverancia ante desafíos de aprendizaje, aumentando así su desempeño académico. Según los cuestionarios del SIMCE 2017, más de la mitad de los estudiantes en Chile no cree que puede aumentar sus habilidades, es decir, no ha desarrollado una mentalidad de crecimiento, fenómeno que se acentúa en alumnos de bajo nivel socioeconómico. Desarrollar la mentalidad de crecimiento es entonces indispensable tanto por motivos de equidad como para apoyar el aprendizaje en general. Antes, sin embargo, es necesario validar los instrumentos de medición que utilizamos: los existentes en la literatura se basan en cuestionarios autorreportados que tienen debilidades para reflejar el verdadero desarrollo de los estudiantes en estas dimensiones.

Este estudio busca validar los instrumentos autorreportados típicamente utilizados, mediante una comparación con un marcador biológico, tal como la variación del tamaño pupilar, representante de la atención y perseverancia ante un desafío matemático. Para esto, se reclutaron 55 estudiantes de primero y tercero medio en un colegio de Santiago, a quienes se les aplicó una encuesta con cinco medidas distintas de mentalidad de crecimiento. Luego, se les registró el diámetro pupilar de manera continua en diversas fases de la resolución de una tarea de matemáticas.

1 Fueron ayudantes de esta investigación Camila Serra y Magdalena Ramdohr, de la Escuela de Gobierno UC; y Gonzalo Boncompte, Gabriel Wainstein, Roberto García y Daniela Santander de la Facultad de Medicina UC.

2 Esta propuesta fue presentada en un seminario organizado por el Centro de Políticas Públicas UC, realizado el 4 de diciembre de 2018, en el que participaron como panelistas Sergio Mora, académico de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile; María de la Luz González, jefa del Departamento de Estudios de la Agencia de Calidad de la Educación; y Alejandra Arratia, directora ejecutiva de Educación 2020.

Los análisis conducidos señalan que estudiantes con mayor mentalidad de crecimiento (medida a través de instrumentos autorreportados) dedican mayor esfuerzo cognitivo y atención a la resolución de problemas (medido por dilatación pupilar). Asimismo, los resultados identifican que instrumentos diseñados para dimensionar la mentalidad específica en matemáticas logran distinguir patrones de reactividad pupilar de mejor manera que aquellos de mentalidad de crecimiento general. Una buena noticia es que el instrumento actualmente utilizado por la Agencia de Calidad de la Educación para medir mentalidad de crecimiento tiene un correlato en la reactividad pupilar. No obstante, los hallazgos sugieren que sería deseable adicionar preguntas de otros instrumentos capaces de distinguir compromiso y esfuerzo en matemáticas, enriqueciendo así las mediciones utilizadas.

Problema y relevancia para las políticas públicas

El 17 de mayo, la Agencia de Calidad de la Educación (en adelante, Agencia) publicó los resultados académicos e indicadores de desarrollo personal y social del sistema de educación chileno, evaluados en el SIMCE 2017, destacando especialmente la importancia de desarrollar una mentalidad de crecimiento (Dweck, 2000) en el aprendizaje de los estudiantes. La mentalidad de crecimiento se refiere a la creencia de los estudiantes sobre sus capacidades y la posibilidad de aumentarlas. Estudiantes con mentalidad de crecimiento tienden a mostrar mayor motivación ante desafíos de aprendizaje, aumentando la perseverancia y, con ello, el desempeño académico (Yeager et al., 2016; Blackwell et al., 2007; Paunesku et al., 2015). En otras palabras, la mentalidad de crecimiento es una pieza importante para alcanzar calidad educativa, según la define el Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación en Chile, dado que impacta dos de sus indicadores: desempeño académico y motivación escolar. Sin embargo, según los cuestionarios del SIMCE 2017 de la Agencia, más de la mitad de los estudiantes no cree que puede aumentar sus habilidades, es decir, no ha desarrollado una mentalidad de crecimiento, y esta proporción es aún menor en sectores socioeconómicos bajos (Claro et al., 2016).

Dado el rol de la mentalidad de crecimiento en la calidad y equidad del sistema de educación, la Agencia de Calidad de la Educación está interesada en monitorear de manera permanente su nivel en los estudiantes, aprovechando los cuestionarios autorreportados por ellos. Sin embargo, medir la mentalidad de crecimiento a nivel nacional no es una tarea fácil. No solo existen tres instrumentos diferentes propuestos en la literatura entre los cuales elegir (Dweck, 2000; Farrington et al., 2012; Gehlbach et al., 2018), sino que además las medidas autorreportadas a través de encuestas tienen debilidades

para reflejar el verdadero desarrollo de los estudiantes en estas dimensiones (Duckworth y Yeager, 2015). Luego, es necesario validar los instrumentos de medición de las encuestas, por medio de evaluaciones observables y objetivas del comportamiento de los estudiantes asociadas a estos constructos.

Actualmente existen tres instrumentos para medir la mentalidad de crecimiento a través de encuestas, los que se comportan de manera diferente. El primero, desarrollado por Dweck (2000), es complejo de leer y no está claro si está midiendo mentalidad o comprensión de lectura. El segundo, creado por Farrington et al. (2012), pretende estar adaptado a la etapa escolar y, por ende, reduce la cantidad de alternativas disponibles, disminuyendo la información. El último, de Gehlbach et al. (2018), es simple y fácil de contestar por estudiantes, pero no hay suficiente información sobre su funcionamiento. Por último, no está claro si es mejor medir mentalidad respecto de una asignatura específica o de manera general. Por ende, tener más información sobre lo que está midiendo cada instrumento y cuál es el más efectivo en dar la información buscada es un insumo valioso para la Agencia de Calidad en su tarea de definir el instrumento adecuado a incluir en el cuestionario de medición de la calidad nacional.

La siguiente propuesta busca validar estos tres instrumentos que miden mentalidad de crecimiento a través de autorreporte en encuestas y otros dos instrumentos construidos como variantes de los anteriores. Para esto, contrastamos las mediciones autorreportadas en encuestas con marcadores biológicos que indiquen comportamiento alineado con una mentalidad de crecimiento. Con esta información seremos capaces de distinguir cuál de todas las mediciones de mentalidad de crecimiento disponibles a la fecha es mejor predictora de comportamientos alineados con ella, y así proveer a la Agencia con sugerencias de los mejores instrumentos de medición de motivación escolar y mentalidad de crecimiento.

Marco conceptual

La evidencia muestra que es necesaria una combinación de factores académicos y socioemocionales para que los estudiantes puedan desarrollar su potencial y tener éxito en el largo plazo (Duckworth y Seligman, 2005, 2006; Heckman et al., 2006; Jencks, 1979; Farrington et al., 2012). Mediciones internacionales como PISA ya consideran una visión amplia de los resultados a los que debiera aspirar un sistema educacional (OECD, 2017). En Chile, esta preocupación se evidencia en la inclusión de indicadores de desarrollo personal y social (IDPS) de los estudiantes en la medición de calidad de la educación (Leyton et al., 2014).

Uno de los IDPS, incorporados por la Agencia a partir del año 2013, es el indicador de “Autoestima académica y motivación escolar”. Su inclusión se justifica por el impacto que tiene que los estudiantes confíen en sus capacidades, valoren las tareas, y se sientan motivados y responsables de su aprendizaje en: (1) su calidad de vida; (2) la promoción de la búsqueda de nuevas cosas y el enfrentarse a retos; y (3) su nivel de implicación con su proceso de aprendizaje (Agencia, 2016a, 2016b).

Uno de los grandes desafíos pendientes, sin embargo, es identificar cómo las escuelas pueden promover la motivación escolar. A pesar de que la literatura se muestra optimista respecto de cómo desarrollar algunos aspectos de la motivación escolar (Yeager y Walton, 2011), aún estamos lejos de ser capaces de usar este conocimiento para mejorar sistemáticamente las prácticas en la sala de clase. La multiplicidad de términos y el rápido desarrollo de la literatura en esta materia hace complejo para directores y docentes entender qué es lo que se mide, y, en especial, qué dimensiones priorizar. En esta línea, la mentalidad de crecimiento (Dweck, 2006) fue recientemente destacada por la Agencia por su alta relación tanto con los indicadores de desarrollo personal y social como con el desempeño académico (Agencia, 2018).

Dweck (2006) acuñó el término mentalidad de crecimiento (o *growth mindset*, en inglés) para referirse a las creencias implícitas que los estudiantes tienen sobre la naturaleza de la inteligencia. Estas creencias se han identificado como factor relevante en la motivación escolar y en la capacidad de perseverar ante desafíos (Eskreis-Winkler et al., 2016; Dweck, 2006). Quienes creen que la inteligencia es fija y no cambia (es decir, tienen mentalidad fija) tienden a evitar desafíos y a abandonar objetivos con mayor frecuencia que aquellos que creen que su inteligencia es maleable (o sea, los que tienen mentalidad de crecimiento) (Yeager et al., 2016; Dweck, 2000).

Recientemente, la literatura ha puesto especial énfasis en la mentalidad de crecimiento, debido a que varios estudios en Estados Unidos han mostrado que las creencias que los estudiantes tienen sobre la inteligencia afectan su motivación escolar y su aprendizaje académico (Paunesku et al., 2015; Dweck, 2000; Yeager et al., 2018). Estos investigadores estadounidenses han desarrollado herramientas escalables de bajo costo para desarrollar la mentalidad de crecimiento de los estudiantes, observando mejoras en el desempeño académico (Paunesku et al., 2015; Yeager et al., 2016).

La literatura existente sugiere que desarrollar una mentalidad de crecimiento en los estudiantes de Chile es especialmente importante. En el único estudio dedicado al respecto en Chile –y el primero en el mundo en medir mentalidad de crecimiento a nivel nacional– se incluyeron dos preguntas para medir creencias sobre la maleabilidad de la inteligencia en el cuestiona-

rio para estudiantes del SIMCE 2012 (Claro et al., 2016). Los resultados presentados por la Agencia recientemente (Agencia, 2018), correspondientes al SIMCE 2017, replican lo encontrado por Claro et al. (2016): la gran mayoría de los estudiantes chilenos muestra una mentalidad fija. Pero más preocupante aún es la gran brecha de mentalidad de crecimiento según nivel socioeconómico, revelando que desarrollarla es también un asunto de equidad.

La mentalidad de crecimiento ha cobrado tal importancia en Chile que a partir del 2017 la Agencia incorporó preguntas para medirla en los cuestionarios SIMCE 2017 y, al conocer los resultados, ha decidió mantener estas preguntas por los años siguientes, para monitorear esta dimensión en los estudiantes. Sin embargo, aún sabemos muy poco sobre cómo desarrollar esta mentalidad entre los estudiantes chilenos y cómo se traduce en el comportamiento diario de ellos, en particular, en la motivación escolar.

Por otra parte, tampoco sabemos mucho sobre cómo medirla. En otras partes del mundo, como en California, se sigue trabajando por mejorar los instrumentos que miden mentalidad de crecimiento en cuestionarios masivos de estudiantes de variadas edades. Además, las mediciones de motivación y mentalidad autorreportadas a través de encuestas tienen muchas debilidades: es fácil no contestar sinceramente y una respuesta puede no significar lo mismo para personas distintas debido a diferencias en sus marcos de referencias (Duckworth y Yeager, 2015). Es por esto que, junto con identificar formas de desarrollar una mentalidad de crecimiento en Chile, es necesario conocer la mejor manera de medirla según cada nivel escolar. Para ello, es importante contar con medidas objetivas de mentalidad, con las cuales contrastar las medidas autorreportadas por los estudiantes a través de encuestas.

Una potencial medida objetiva de la mentalidad es el tamaño de la pupila o diámetro pupilar (Reimer et al., 2014; Wainstein et al., 2017; Smallwood y Schooler, 2015), un marcador del estado cognitivo que tiene el beneficio de poder ser medido de forma no invasiva. El tamaño de la pupila se correlaciona con la dificultad de las tareas, la valencia emocional y los estados de excitación que una tarea produce en mamíferos. Estudios en roedores (Reimer et al., 2014, 2016), primates no-humanos (Aston-Jones y Cohen, 2005; Joshi et al., 2016) y en humanos (Ahern y Beatty, 1979; Wainstein et al., 2017; Henderson et al., 2014; Siegle et al., 2003; Smallwood y Schooler, 2015) muestran la universalidad y relevancia de este marcador cognitivo. Hallazgos independientes sugieren que, a su vez, estas fluctuaciones en el tamaño de las pupilas reflejan el estado del sistema cerebral de la norepinefrina (Joshi et al., 2016), que es uno de los sistemas importantes de atención en humanos.

El tamaño de la pupila puede ser monitoreado en humanos de una manera no invasiva, usando una cámara remota y luz infrarroja (*eye-tracker*). Diversos estudios muestran que el tamaño de la pupila refleja la actividad del sistema noradrenérgico durante la ejecución de tareas cognitivas (Joshi et al., 2016; Wainstein et al., 2017), convirtiéndolo en un potencial marcador para medir motivación en los participantes del estudio. Si este es el caso, los cambios en el tamaño de la pupila durante una tarea de atención podrán reflejar de manera precisa las diferencias entre distintos niveles de motivación y mentalidad, y compararlo así con los niveles autorreportados. Adicionalmente, trabajos clásicos han mostrado que la dilatación pupilar durante la resolución de problemas matemáticos puede ser estudiada y se correlaciona robustamente con resultados de tests cognitivos y académicos (Ahern y Beatty, 1979).

Si bien la Agencia comienza a medir la mentalidad de crecimiento en los estudiantes de Chile desde 2017, y la promueve como una dimensión clave para el desarrollo de otros indicadores, aún no hay conocimiento en el país sobre cómo desarrollarla ni sobre cuál es la mejor manera de medirla. El presente estudio interdisciplinario busca informar sobre la medición de la mentalidad de crecimiento en estudiantes de Chile y así contribuir a desarrollar o seleccionar mejores instrumentos de medición para la Agencia, contrastando distintas medidas autorreportadas con medidas objetivas (marcadores biológicos).

Objetivos

1. Objetivo general

Aumentar el conocimiento sobre la medición de la mentalidad de crecimiento en estudiantes de Chile.

2. Objetivos específicos

2.1 Validar instrumentos de medición de mentalidad de crecimiento y motivación escolar autorreportadas en encuestas (como la implementada por la Agencia de Calidad durante 2017), por medio de la comparación con marcadores biológicos que reflejan de manera precisa las diferencias entre distintos niveles de motivación y mentalidad. En particular, se contrastarán las mediciones autorreportadas en una encuesta, con la variación en el tamaño de la pupila durante una tarea de atención.

2.2 Evaluar la correlación de los patrones de dilatación pupilar en las distintas partes de la tarea (por ejemplo, cálculo y *feedback*) con los resultados de los alumnos en distintos indicadores de mentalidad de crecimiento.

Metodología

Siendo uno de los objetivos de esta investigación validar mediciones autorreportadas de mentalidad de crecimiento, contrastándolas con un marcador biológico –variación en el diámetro pupilar durante una tarea de atención–, en primer lugar se recogieron cinco medidas distintas de mentalidad de crecimiento por medio de una encuesta. Luego, se registró el marcador biológico de manera continua a través de la resolución de la tarea de matemática y, finalmente, se analizó la relación entre las mediciones autorreportadas con el marcador biológico. Para esto, se identificó a los estudiantes con mentalidad fija y los con mentalidad de crecimiento para cada una de las medidas de mentalidad. A continuación, se analizaron los registros del marcador biológico para estos dos grupos, comparando la magnitud y duración de la dilatación pupilar evocada en las distintas fases de presentación y resolución de problemas matemáticos.

Las distintas etapas del proceso de recolección de mediciones de mentalidad de crecimiento y el marcador biológico utilizadas en la investigación fueron:

1. Protocolo:

El reclutamiento se realizó en un colegio particular en Ñuñoa. De acuerdo con el equipo del colegio, se recorrieron una a una las salas de los primeros y terceros medios (las tres salas de cada nivel) invitando a los estudiantes a participar en el estudio. Esta invitación consistió en una breve (cinco minutos) reseña de la importancia de la pupila en neurociencias y educación, para luego invitarlos a participar voluntariamente. A los estudiantes que mostraron interés se les entregó el consentimiento informado para la firma de su apoderado(a), los que fueron colectados por inspectoría en los días posteriores.

La toma de datos fue realizada de manera individual en una habitación de luz tenue, adecuada para la medición pupilar a través de un *eye-tracker*. Antes de comenzar con la medición pupilar, cada estudiante leyó el asentimiento informado y completó la encuesta que medía mentalidad de crecimiento, en una *tablet*. Al finalizar la encuesta, el participante era invitado a sentarse frente al *eye-tracker*: una pantalla de un computador con un *chin rest* (elemento donde apoya la cabeza cosa de evitar movimientos excesivos). Ahí se le explicaba la dinámica de la actividad y las instrucciones a seguir. Una vez finalizada la actividad –donde se recogían las mediciones del diámetro pupilar–, el participante era despedido con una pequeña colación y se agradecía su participación.

2. Datos:

2.1 Encuesta

Cada participante debió contestar una encuesta que mide de cinco maneras distintas su mentalidad de crecimiento. Estas medidas se basan en los instrumentos desarrollados por Dweck (2000), Farrington et al. (2012) y Gehlbach et al. (2018), además de una variación para Dweck (2000) utilizando la escala de Farrington et al. (2012), para evaluar cuál es la mejor escala, y una medición de mentalidad de crecimiento específica a matemática. Además, se incluyeron preguntas sobre su gusto por las matemáticas y su nivel de ansiedad, entre otros. El desarrollo de esta encuesta tomaba aproximadamente 15 minutos.

La medición basada en el instrumento de Dweck (2000) –en adelante, Dweck-6– consiste en preguntar a los participantes cuán de acuerdo están, en una escala likert-6 (desde “muy de acuerdo” a “muy en desacuerdo”), con las siguientes afirmaciones:

1. La inteligencia de una persona es algo que no se puede cambiar mucho.
2. Se pueden aprender cosas nuevas, pero no se puede cambiar la inteligencia de una persona.
3. No importa quién seas, siempre puedes aumentar tu inteligencia.
4. Tienes una cierta cantidad de inteligencia y no se puede hacer mucho por cambiarla.

La variación de este instrumento utilizando la escala de Farrington et al. (2012) –en adelante, Dweck-5– consiste en preguntar a los participantes cuán cierta es para ellos cada una de las afirmaciones anteriores, en una escala likert-5 (desde “para nada cierto” a “extremadamente cierto”).

En tanto, la medición basada en el instrumento de Farrington (2012) –en adelante, Farrington-5– consiste en preguntar a los participantes cuán cierta es para ellos, en una escala likert-5 (desde “para nada cierto” a “extremadamente cierto”), cada una de las siguientes afirmaciones:

1. Mi inteligencia es algo que no puedo cambiar mucho.
2. Intentar resolver cosas difíciles no me hará más inteligente.
3. Hay ciertas cosas que yo no soy capaz de aprender.
4. Si no nací con talento para una asignatura, nunca seré bueno en ella.

En cuanto al instrumento de Gehlbach et al. (2018) –en adelante, Gehlbach-5–, este introduce a los participantes la siguiente idea: “Hay muchas cosas diferentes que influyen en que a una persona le vaya bien o mal en el colegio. Puede ser que algunas de esas cosas te parezcan más fáciles de cambiar que otras. Pensando en el colegio, ¿cuán fácil es para ti cambiar la siguiente lista de cosas?”.

Luego, a los participantes se les pide identificar cuán fácil es cambiar, en una escala likert-5 (desde “no es posible de cambiar” a “es posible de cambiar completamente”), las siguientes dimensiones:

1. Ser talentoso.
2. Que te gusten los ramos que estudias en el colegio.
3. Tu nivel de inteligencia.
4. Ser esforzado.
5. Portarse bien en clases.
6. Cuán rápido te rindes.

Adicionalmente, en los análisis se considera instrumento Gehlbach-5 corto, que considera solo las afirmaciones “Ser talentoso” y “Tu nivel de inteligencia”.

Finalmente, se realiza una medición de mentalidad de crecimiento relacionada con matemática –en adelante GM-Math³–, creada a partir de una adaptación Dweck (2000) y Farrington et al. (2012), en que a los participantes se les pregunta cuán de acuerdo están, en una escala likert-6 (desde “muy de acuerdo” a “muy en desacuerdo”), con las siguientes afirmaciones:

1. El que no nace con talento para matemáticas no será bueno en matemáticas. [Farrington et al., 2012]
2. Tengo una cierta cantidad de inteligencia matemática y no se puede hacer mucho por cambiarla. [Dweck, 2000]

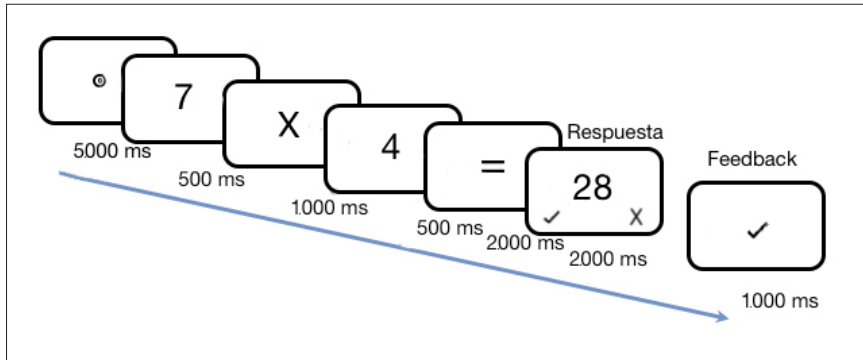
Es importante mencionar que los instrumentos de Gehlbach-5, Dweck-6, Farrington-5 y GM-Math (en ese orden) se preguntan al principio de la encuesta, mientras Dweck-5 se pregunta al final de la encuesta.

2.2 Marcador biológico

El marcador biológico de este estudio corresponde al diámetro pupilar en distintas fases de una tarea de matemáticas que el participante debe contestar en un computador. La tarea de matemáticas consiste en la resolución de multiplicaciones. Los elementos de estas multiplicaciones son presentados secuencialmente, como se observa en la Figura 1.

3 “GM” hace referencia a mentalidad de crecimiento en inglés (growth mindset).

FIGURA 1. Representación gráfica de la secuencia temporal de un ensayo de la tarea de matemáticas



Fuente: elaboración propia.
Nota: ms se refiere a milisegundos.

Las multiplicaciones varían en dificultad. Cada multiplicación podía ser de modalidad fácil (donde el segundo número se encuentra entre el tres y el nueve) o difícil (donde el segundo número se encuentra entre el 11 y el 19). Para ambos casos, el primer número se encuentra entre el tres y el nueve. La instrucción consistía en que los participantes multiplicaran los dos dígitos mentalmente y, luego, observaran un resultado propuesto en pantalla. Los participantes entonces debían evaluar si el resultado propuesto (correcto en 50% de los ensayos) era correcto o incorrecto, señalándolo mediante un botón en una teclera. A continuación, cada participante recibía retroalimentación sobre si su respuesta estuvo correcta o no. Si el participante no respondía en el tiempo estipulado, emergía un mensaje avisando el término del tiempo. La elección de parámetros como tiempo fueron ajustadas en experimentos pilotos tanto con adultos como con estudiantes.

Durante todo el desarrollo de la tarea matemática, el diámetro pupilar era registrado utilizando una cámara de video infrarroja, con una resolución temporal de 1.000 Hz (Eyelink 1000). La idea de construir la tarea de matemáticas de forma secuencial, y proponiendo un resultado, tiene que ver con poder separar los distintos procesos cognitivos que están ocurriendo al resolver el ejercicio. Por ejemplo, durante el signo igual, el estudiante está autónomamente calculando el resultado de la multiplicación. En cambio, una vez presentado el resultado propuesto, el participante está comparando el resultado que calculó con el propuesto, mientras que en el *feedback* está evaluando su desempeño. De esta manera, el marcador biológico pupilar puede distinguir activaciones atencionales o de esfuerzo en las distintas etapas de resolución de la tarea.

3. Participantes:

Se reclutaron 55 estudiantes de primero y tercero medio de un colegio particular pagado del sector oriente de Santiago, dado que estos estudiantes participaron en la medición de mentalidad del cuestionario SIMCE 2017. A ellos se les condujo la encuesta antes mencionada y se les registró el diámetro pupilar durante la resolución de problemas matemáticos. Esto produjo datos de diámetro pupilar en el tiempo para las distintas condiciones y datos de mentalidad de crecimiento (cinco indicadores), ansiedad, gusto por las matemáticas y autoeficacia, entre otros. Con estos datos generamos categorías dicotómicas para cada participante (como alta mentalidad de crecimiento, baja mentalidad de crecimiento, según cada indicador de mentalidad de crecimiento) y promediamos los estudiantes que mostraban la misma tendencia. Esto con el fin de determinar qué tipos de mentalidad distingue (y de qué manera) la respuesta pupilar de los jóvenes frente a la resolución de la tarea de matemáticas.

De los 55 participantes en esta investigación a la fecha, 47% son mujeres y 56% están en primero medio; el porcentaje restante, en tercero medio. En cuanto a distribución etaria, 31% de los participantes tiene 14 años; 24%, 15 años; 25%, 16 años; y 18%, 18 años. El 96% de los participantes es de nacionalidad chilena, el 9% acababa de unirse al establecimiento, mientras el resto ya había terminado el año anterior en él; y 29% declara haber oído el término “mentalidad de crecimiento” antes de esta actividad.

Principales resultados

1. Descripción de las medidas de mentalidad de crecimiento

La Tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas de cada instrumento de mentalidad de crecimiento. Se observa que la mayoría de los participantes tiene una mentalidad mixta o de crecimiento, lo que quiere decir que esta muestra de participantes, en general, considera que puede mejorar sus habilidades y están dispuestas a aceptar desafíos.⁴ Solo en el caso del instrumento Gehlbach-5 se observa una mayor distribución a través de la escala, pero para todos los instrumentos existe una alta concentración en las partes altas. No se observan diferencias significativas entre subgrupos de sexo y nivel. Todas las medidas de mentalidad de crecimiento, salvo Farrington-5, tienen un nivel de confiabilidad alto según el alpha de Cronbach.⁵

4 Estos datos son similares a los levantados en este establecimiento educacional el año anterior en los mismos cursos (Dweck 6 y 5, Farrington-5 y GM-Math).

5 Un nivel de confiabilidad alto (sobre 0,7) significa que los ítems de un instrumento están altamente correlacionados entre sí, es decir, tiene consistencia interna: las respuestas en los distintos ítems van en la misma dirección. Alpha de Cronbach para el instrumento de Farrington-5 solo es .6, mientras que para los demás instrumentos varía entre .73 (Gelbach-5) y .84 (Dweck-6).

Las últimas columnas de la Tabla 1 muestran el porcentaje de estudiantes en categoría baja y alta de mentalidad de crecimiento, según serían clasificados por cada instrumento dependiendo del porcentaje de estudiantes bajo y sobre la media de la muestra, respectivamente.

TABLA 1. Descripción de los resultados de medición de mentalidad de crecimiento

Instrumento	Muestra	Min	Mediana	Max	Prom	SD	Mentalidad baja	Mentalidad alta	
Gehlbach-5	Todos	2,17	4,00	5,00	3,95	0,70	42%	58%	
	Sexo	H	2,17	4,00	5,00	3,94	0,72	41%	59%
		M	2,67	4,17	5,00	3,97	0,70	42%	58%
	Nivel	I ^{er}	2,17	4,17	5,00	4,05	0,75	39%	61%
III ^{er}		2,33	4,00	4,83	3,83	0,62	46%	54%	
Dweck-6	Todos	1,25	4,75	6,00	4,65	1,06	40%	60%	
	Sexo	H	1,25	4,75	6,00	4,51	1,20	41%	59%
		M	2,50	4,88	6,00	4,81	0,88	38%	62%
	Nivel	I ^{er}	1,25	4,75	6,00	4,76	1,18	32%	68%
III ^{er}		2,50	4,63	6,00	4,51	0,89	50%	50%	
Farrington-5	Todos	2,50	4,50	5,00	4,27	0,62	47%	53%	
	Sexo	H	2,50	4,25	5,00	4,19	0,72	52%	48%
		M	3,25	4,50	5,00	4,36	0,49	42%	58%
	Nivel	I ^{er}	2,50	4,25	5,00	4,26	0,61	52%	48%
III ^{er}		2,75	4,50	5,00	4,28	0,64	42%	58%	
GM-Math	Todos	1,25	4,75	5,00	4,30	0,87	44%	56%	
	Sexo	H	1,25	4,50	5,00	4,16	1,00	48%	52%
		M	2,75	4,75	5,00	4,47	0,67	38%	62%
	Nivel	I ^{er}	1,25	4,75	5,00	4,31	0,96	39%	61%
III ^{er}		2,00	4,38	5,00	4,29	0,75	50%	50%	
Dweck-5	Todos	1,25	4,75	5,00	4,30	0,87	44%	56%	
	Sexo	H	1,25	4,50	5,00	4,16	1,00	48%	52%
		M	2,75	4,75	5,00	4,47	0,67	38%	62%
	Nivel	I ^{er}	1,25	4,75	5,00	4,31	0,96	39%	61%
III ^{er}		2,00	4,38	5,00	4,29	0,75	50%	50%	

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 2 presenta las correlaciones entre las distintas medidas de mentalidad de crecimiento y otras características de la población. Se observa que los instrumentos se correlacionan entre sí en gran medida, es decir, en general, los estudiantes que muestran alta mentalidad en un instrumento también muestran alta mentalidad en los demás. Hay excepciones. Dweck-5 tiene una correlación igual o menor a 0,473 con los otros cuatro instrumentos, y Gehlbach-5 solo correlaciona 0,357 con Farrington-5, pero más de 0,5 con los otros dos instrumentos (Dweck-6 y GM-Math). En tanto, los instrumentos Dweck-6, Farrington-6 y GM-Math tienen correlaciones entre ellos mayores a 0,64, siendo la más alta la existente entre GM-Math y Dweck-6. Es posible que Dweck-5 correlacione menos con el resto de los instrumentos por haber sido la última medición de la encuesta. Esto sugiere que Dweck-6, Farrington-5 y GM-Math estarían midiendo los mismos aspectos de mentalidad de crecimiento, mientras Gehlbach y Dweck-5 pueden estar midiendo otros (aunque puede que la diferencia con este último se deba a su posición en la encuesta).

TABLA 2. **Correlación entre instrumentos y variables contextuales**

	Gehlbach-5	Dweck-6	Farrington-5	GM-Math	Dweck-5	Sexo	Nivel	Edad	Escuchó hablar de GM antes
Gehlbach-5	1								
Dweck-6	0,5315	1							
Farrington-5	0,3565	0,6409	1						
GM-Math	0,5087	0,7902	0,6941	1					
Dweck-5	0,4302	0,3881	0,4731	0,433	1				
Mujer	0,0269	0,1418	0,1347	0,1836	0,136	1			
III Medio	-0,1617	-0,1167	0,0187	-0,0132	0,0214	0,1949	1		
Edad	-0,1079	-0,1727	-0,0158	-0,0431	0,0855	0,0806	0,8376	1	
Escuchó hablar de GM antes	0,1374	0,2415	0,0461	0,0991	0,067	0,035	-0,16	-0,0633	1

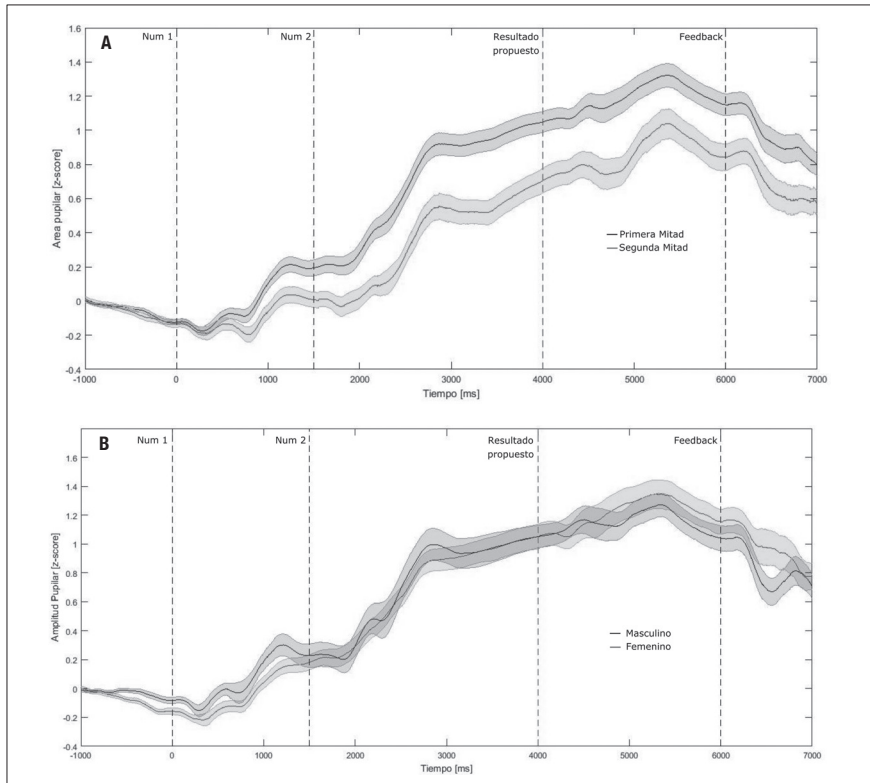
Fuente: elaboración propia.

Nota: las variables sexo, nivel y “escuchó hablar de GM antes” son binarias.

2. Descripción del diámetro pupilar en tarea de matemáticas

La dinámica pupilar general durante la resolución de la tarea de matemática se comportó como se esperaba. Los participantes dilataban su pupila progresivamente más a medida que avanzaba la tarea, aumentando importantemente con el primer número, segundo número y resultado propuesto, mientras que disminuía una vez que recibían la retroalimentación de su desempeño (ver más adelante). Para este y los siguientes análisis, solo se consideró aquellos ensayos donde los participantes respondían correctamente, para evitar el desempeño como variable confusa. El desempeño promedio de los sujetos fue de 85%. Este valor comprende ambas dificultades y toda la tarea. Las comparaciones estadísticas fueron hechas con tests de t (t-student) consecutivos en el tiempo con corrección por *false discovery rate* a menos que se especifique lo contrario. De esta manera, se puede resolver si las diferencias vistas tienen significancia estadística por sobre la variabilidad interna de los datos dada por diferencias individuales y por sobre la realización de múltiples comparaciones.

FIGURA 2. Dinámicas pupilares segregadas por primera y segunda mitad (A) y por género de los participantes (B)



Fuente: elaboración propia.

La dinámica pupilar se ha visto fuertemente relacionada con estados atencionales, los que varían en el tiempo. Por esto, analizamos si la reactividad pupilar a la tarea de matemáticas era distinta en las distintas etapas. En concreto, separamos los datos entre la primera y la segunda mitad del experimento (Figura 2A). Se observa una sistemática disminución de la reactividad pupilar de los participantes a lo largo de los ejercicios de multiplicación. Probablemente, eso está asociado a cansancio y acostumbamiento a la dinámica de la tarea, lo que los hace reaccionar atencionalmente de menor manera, mientras se van familiarizando con la misma. Para los siguientes análisis, se consideró solamente la primera mitad de la tarea, ya que esta mostró mayor reactividad y, además, distingue de mejor modo los comportamientos pupilares de participantes separados por creencias y sus mentalidades de crecimiento (ver “Resultados de pupila informados por mentalidad”). Con el fin de explorar si existen diferencias entre las reactividades dadas por el género de los participantes, comparamos las reactividades de participantes de ambos géneros. Este resultado se muestra en la Figura 2B; ahí se ilustra robustamente que los dos géneros considerados en este estudio se comportan de manera indistinguible en la resolución de problemas matemáticos de multiplicación en términos de sus reactividades pupilares.

3. Relación entre diámetro pupilar y mediciones de mentalidad de crecimiento

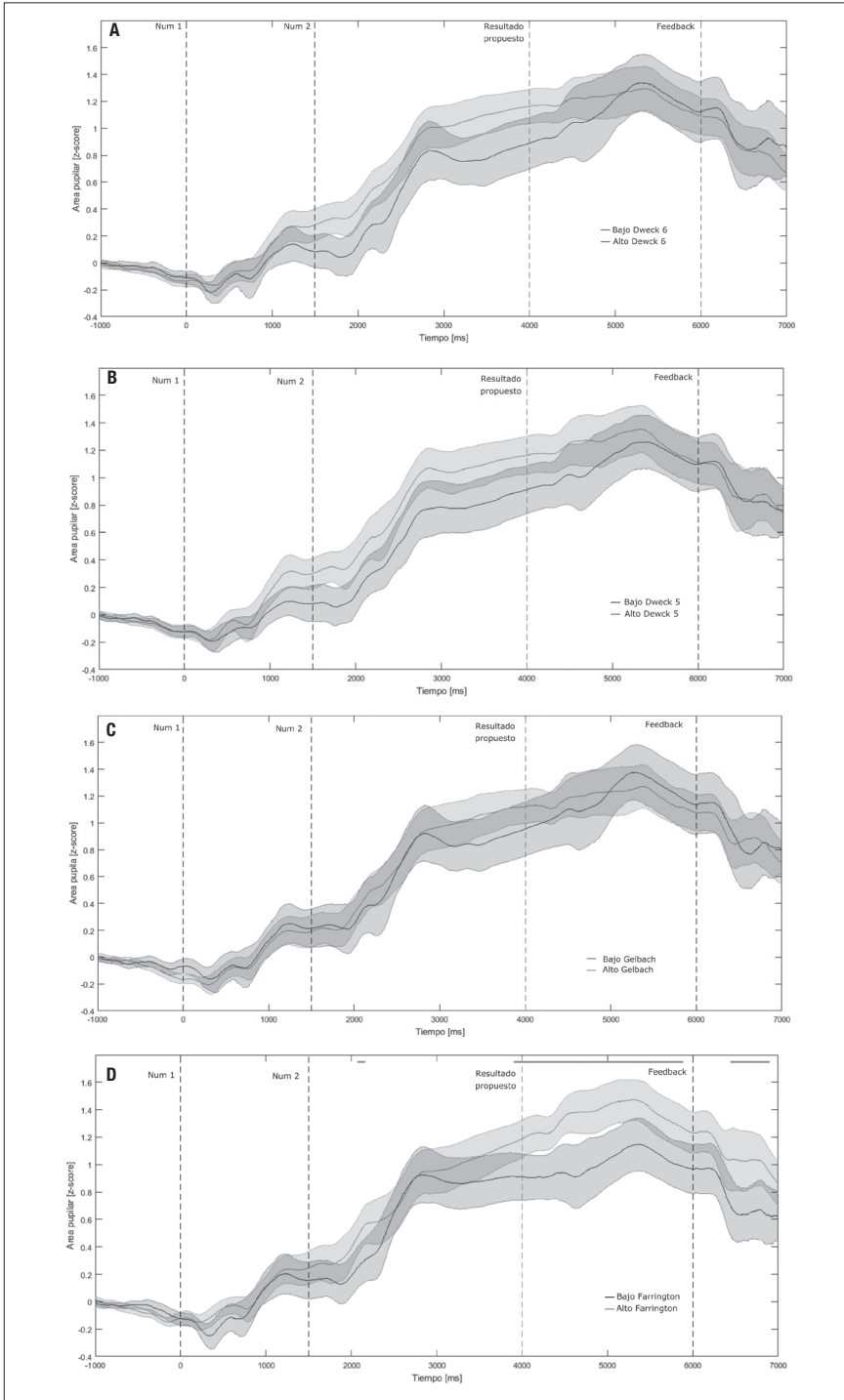
En los siguientes análisis, se estudió si los participantes de distintas mediciones de mentalidad de crecimiento muestran comportamientos pupilares distintos al desarrollar correctamente los ejercicios de matemáticas. Como un primer acercamiento a esto, por cada medida, evaluamos si existían diferencias significativas entre los valores promedio de dilatación pupilar a través del tiempo entre los participantes que estaban sobre y bajo el promedio de mentalidad de crecimiento. Los tres periodos de interés fueron (1) “cálculo”, entre la presentación del segundo número y el resultado propuesto; (2) “comparación”, entre el resultado propuesto y el inicio de la retroalimentación y finalmente (3) “*feedback*”, el periodo entre el comienzo de la retroalimentación que les indicaba si respondieron correctamente o no y el fin del ensayo.

Nos interesa observar qué capacidad de discriminación tienen cuatro formas de medir mentalidad de crecimiento general, y una medición específica para matemáticas. Para esto, analizamos si es que grupos de participantes que obtenían altos y bajos puntajes en cada una de estas cinco medidas presentaban dinámicas pupilares diferentes durante la ejecución de la tarea de multiplicación. Las comparaciones se realizaron sobre los valores promedio de segmentos de 50 ms de dos grupos en tests consecutivos. Adicionalmente se analizaron los datos evaluando los valores máximos (*peak*) durante cada período (ver punto 5. Análisis de robustez). Analizando los valores promedio,

en cada momento podemos distinguir los segmentos temporales específicos de la tarea en los que ocurrían estas diferencias. Este análisis se realizó para los indicadores Dweck-6 (medición original desarrollada por Dweck, 1999), Dweck-5 (medición Dweck-6 adaptada a escala 5-likert), Farrington (medición desarrollada por Farrington et al 2012), Gehlbach-5 (de Gehlbach et al., 2018) y GM-Math (mentalidad de crecimiento específica en matemáticas, adaptado de instrumento de Farrington et al 2012).

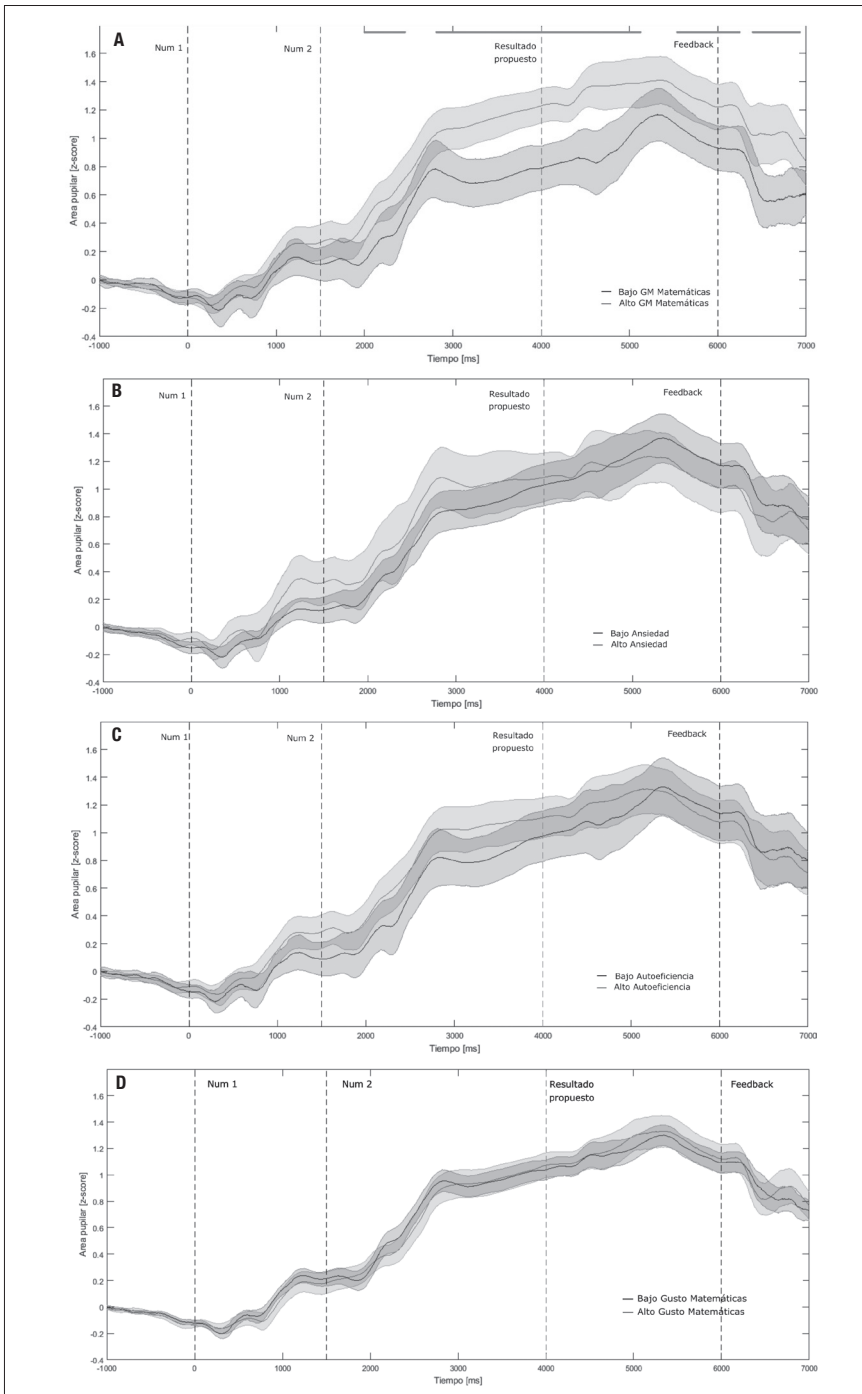
Nuestros resultados muestran que las poblaciones separadas por el instrumento Dweck-6 no se distinguen de manera significativa en ningún período (Figura 3A). Usando el instrumento Dweck-5, los grupos obtenidos tampoco se distinguen significativamente en sus valores promedio de área pupilar durante el ejercicio de multiplicación (Figura 3B). Para el caso de Gehlbach-5, tampoco se encontraron diferencias en dilatación pupilar entre grupos para ningún período analizado (Figura 3C). Sin embargo, para el caso del instrumento Farrington-5 encontramos diferencias en los períodos de “comparación” y de “*feedback*” entre grupos. Esto se muestra con líneas rojas en la parte superior indicando los períodos donde las diferencias fueron significativas (Figura 3D).

FIGURA 3. Dinámicas pupilares según instrumentos que miden mentalidad de crecimiento: Dweck-6 (A), Dweck-5 (B), Gehlbach-5 (C), Farrington-5 (D)



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 4. **Dinámica pupilar de participantes separados según su valor en GM-Math (A), niveles de ansiedad (B), autoeficacia (C), gusto por matemáticas (D)**



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, el instrumento que mide mentalidad de crecimiento para matemáticas (GM-Math), generó poblaciones que se distinguen en sus dinámicas populares en todos los períodos estudiados (Figura 4A).

4. Relación entre dinámica pupilar y otras actitudes matemáticas

Luego, buscamos relaciones entre la dinámica pupilar y otras actitudes del participante relacionadas con matemáticas, para comprobar que las diferencias observadas para GM-Math eran específicamente relacionadas con mentalidad de crecimiento y no con, por ejemplo, cuánto les gustan las matemáticas a los participantes. Las dimensiones analizadas fueron ansiedad matemática (Figura 4B), autoeficacia en matemáticas (Figura 4D) y gusto por las matemáticas (Figura 4C). Importantemente, no se encontraron diferencias significativas en reactividad pupilar al clasificar a los estudiantes por ninguna de estas actitudes matemáticas, en ninguno de los períodos estudiados.

5. Análisis de robustez

Para asegurar que los resultados encontrados no se deben exclusivamente a que la división de los estudiantes en baja o alta mentalidad es relativa a la muestra encontrada, analizamos los resultados utilizando otro método para biparticionar los datos basados en los valores absolutos de las encuestas, por sobre los valores relativos de la muestra (como lo usado anteriormente). Nos encontramos con la problemática de que existían categorías que incluían muy pocos datos (participantes) como para obtener una curva promedio de comportamiento pupilar que fuera confiable por sobre el ruido intrínseco de este tipo de señales. La bipartición respecto de la mentalidad de crecimiento específica de matemáticas fue la que generó los grupos menos dispares y con más número de individuos (26 y 13, para alta y baja). A pesar de las limitaciones de este análisis, se observan resultados coherentes con lo visto en la partición anteriormente mencionada. Las curvas resultantes de bipartición por valor absoluto se diferenciaron significativamente en los tres períodos estudiados (datos no mostrados), al igual que lo visto anteriormente (Figura 4A).

Adicionalmente realizamos análisis estadísticos, considerando no los valores promedio de la señal en el tiempo, sino la amplitud máxima en cada período cosa de evaluar la amplitud de los *peaks* que ocurrían durante la realización de la tarea de matemáticas. Este análisis mostró diferencias significativas en las mismas mediciones que anteriormente, es decir Farrington y GM-Math, pero además para Dweck-5 y Dweck-6 entre los grupos de valores altos y bajos, específicamente en el primer período, el de cálculo autónomo (datos no mostrados). Un resumen de los instrumentos con los que se logró distinguir significativamente las poblaciones de participantes, en términos de su reactividad pupilar y los períodos donde esto ocurrió, puede verse en la Tabla 3.

TABLA 3. **Tabla que resume qué instrumentos logran distinguir el comportamiento pupilar de los estudiantes durante los distintos periodos de la tarea de matemáticas**

	Cálculo autónomo	Resultado propuesto	Feedback
Farrington		<i>Peak</i> y promedio	<i>Peak</i> y promedio
Dweck-5	<i>Peak</i>		
Dweck-6	<i>Peak</i>		
Gehlbach			
GM-Math	<i>Peak</i> y promedio	<i>Peak</i> y promedio	<i>Peak</i> y promedio

Fuente: elaboración propia.

Nota: *peak* indica que ese instrumento, en ese período, logró distinguir significativamente las dos poblaciones según su amplitud de peak máximo. Promedio indica que el instrumento logró distinguir el promedio del valor de amplitud pupilar en períodos de 50 ms.

Discusión

De los resultados presentados podemos extraer que existen medidas que no logran segregar comportamientos pupilares, como el instrumento de Gehlbach-5. Por el contrario, Dweck-5 y Farrington-5 (en mayor medida) logran separar subpoblaciones de la muestra que se diferencian en su comportamiento pupilar y, presumiblemente, en sus dinámicas atencionales y de esfuerzo en distintos periodos. Dweck-5, en el periodo de cálculo autónomo, y Farrington-5, en la fase de comparación con el resultado propuesto y *feedback*. Esto sugiere que Dweck-5 logra distinguir estudiantes que están diferencialmente focalizados en la fase de cálculo, tiempo del proceso en el que el estudiante autónomamente desarrolla el cálculo. Por otra parte, Farrington-5 segrega estudiantes aparentemente orientados a comparar su cálculo con el propuesto y a la retroalimentación entregada. Esto es de interés, pues se presenta como evidencia incipiente sobre distintos patrones mentales que estarían midiendo los dos instrumentos diferencialmente.

Por otra parte, GM-Math –el instrumento que mide mentalidad de crecimiento específicamente en matemáticas– fue el que mejor logró distinguir poblaciones de estudiantes que presentaban una reactividad general más alta de una más baja frente a la resolución de problemas matemáticos de multiplicación. Esto nos lleva a sugerir que la mentalidad de crecimiento no es una característica monolítica, sino que puede expresarse con distintas magnitudes en distintos ámbitos del conocimiento o frente a distintos desafíos.

Tanto para las medidas Dweck-5, Farrington-5 como GM-Math, vemos que los estudiantes que presentaban una mayor mentalidad de crecimiento mostraban también una mayor respuesta pupilar en periodos de la tarea. De esto se extrae que una mayor mentalidad de crecimiento estaría asociada a que los estudiantes dediquen mayor esfuerzo cognitivo y/o mayor atención a la resolución de los mismos. Es importante recalcar que estos efectos solo fueron observados al analizar la primera mitad de la tarea. Durante la segunda mitad de la tarea, ninguno de los instrumentos evaluados logró distinguir comportamientos pupilares. Esto probablemente tiene que ver con una disminución en la motivación de los estudiantes una vez que se acostumbran a la tarea y, seguramente, se aburren de realizar ejercicios de matemáticas semejantes. La mentalidad de crecimiento también se ha asociado con una mayor resiliencia a la frustración y a una tendencia a persistir en situaciones difíciles. Sería interesante en futuros análisis de estos datos estudiar si esto se cumple para nuestra muestra. Para esto, en estudios venideros analizaremos el decaimiento de la reactividad pupilar y la capacidad de distinguir este comportamiento por parte de los instrumentos antes mencionados.

Orientaciones respecto de la implementación y factibilidad de la propuesta

En base a los hallazgos aquí expuestos, creemos valorable el hecho de que la Agencia utilice el instrumento Farrington para medir mentalidad de crecimiento, ya que este discrimina sobre el esfuerzo asociado a objetivos. Sin embargo, es importante incluir preguntas del instrumento Dweck-5, ya que estos logran distinguir aspectos de la mentalidad de crecimiento asociados al compromiso o esfuerzo durante la resolución misma de problemas, sin considerar el resultado, es decir, al proceso mismo. Pensamos que esto ayudaría a mejorar la medición de mentalidad de crecimiento y que la factibilidad de agregar algunos ítems a las encuestas actualmente es bastante alta.

Más importante, sin embargo, es incluir mediciones de mentalidad separadas por asignatura, ya que este estudio sugiere que la medición de mentalidad en matemáticas –en contraste con la mentalidad general– puede entregar información más profunda y valiosa en la predicción de comportamiento de los estudiantes en diferentes dimensiones. Observamos que la medición de mentalidad en matemáticas es una de las más predictoras de la atención que pone el estudiante al resolver un problema matemático. Este tipo de información puede permitir a docentes y establecimientos educacionales tener un mejor diagnóstico de la situación escolar respecto de la mentalidad y motivar a implementar estrategias más acertadas.

Lineamientos, posibles estudios futuros y otras implicancias de política pública

Nuestros resultados muestran que existe una mayor relación entre reactividad pupilar y la mentalidad de crecimiento específica de matemáticas, medido por GM-Math, respecto de instrumentos de mentalidad de crecimiento generales. Sin embargo, también muestran que dos instrumentos generales de mentalidad de crecimiento (Dweck-6 y Farrington-5) lograron distinguir significativamente poblaciones con distintos patrones de reactividad pupilar. Esto podría abrir el paso a indagar qué aspectos diferentes están midiendo cada uno de estos instrumentos y por qué pareciera que reflejan patrones atencionales con foco en procesos distintos de esta tarea. Además, nuestros resultados muestran que el instrumento Gehlbach-5 no logró dividir subpoblaciones de estudiantes que tuviesen comportamientos distintos en la tarea de matemáticas. Esto sugiere que quizás no es el más adecuado para distinguir poblaciones de estudiantes en la realidad chilena, aunque más estudios al respecto son necesarios.

Futuros análisis, que creemos deben hacerse con los datos aquí mostrados, incluyen un estudio diferenciado por dificultades para observar si las mentalidades de crecimiento se expresan en mayor medida en tareas difíciles, como sería esperable por la teoría. También sería interesante observar la dinámica en el tiempo de la tarea, con más detalle que solo primera y segunda mitad, de la reactividad pupilar para distintas mentalidades de crecimiento. Esto podría mostrar que los estudiantes con mentalidad fija dejan de esforzarse antes que los de mentalidad de crecimiento. Podría estar acompañado de un análisis detallado a través de los ensayos del desempeño de los estudiantes; ver cuánto influye tener un ejercicio malo en el esfuerzo que el estudiante pone al siguiente ejercicio.

Es importante reconocer, como una limitación del presente estudio, la dicotomización de las poblaciones en base a si su puntaje en los distintos instrumentos cae sobre o bajo el promedio. Análisis más detallados, usando directamente las respuestas de cada categoría, podrían ser de gran utilidad, aunque habría que resolver el problema de tener grupos de muy distintos números de estudiantes. Esto se debe a que en general los estudiantes que participaron en el estudio tienen puntajes bastante altos en los instrumentos de mentalidad de crecimiento. En función de lo anterior, sería interesante estudiar poblaciones de estudiantes con realidades socioeconómicas diversas, ya que se ha visto que un fuerte predictor de mentalidad de crecimiento es esta variable.

Más allá de las mediciones de mentalidad, también creemos que los estudiantes se beneficiarían de estrategias de desarrollo de ella, dado que el nivel actual en Chile es bajo e inequitativo. Hasta ahora no hay en el país políticas

formales dedicadas a desarrollar una mentalidad de crecimiento entre los estudiantes. Un gran avance ha sido la inclusión de un instrumento que mide mentalidad de crecimiento en el cuestionario para la medición de la calidad escolar aplicado por la Agencia de Calidad de la Educación junto al SIMCE. El año 2018 será la segunda vez que se mide usando una versión corta del instrumento de Farrington et al. (2012). En el año 2012, se midió usando una versión corta del instrumento de Dweck (1999). Estas mediciones son un primer paso para levantar atención en el tema y motivar el desarrollo de esta mentalidad. Sin ir más lejos, el Ministerio de Educación ya está buscando estrategias para esto, junto al Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP). Algunas escuelas de educación en Chile también trabajan el tema en los programas de educación inicial, enseñándolo en ramos obligatorios.

En otros países la situación es similar. Aún se encuentra en una etapa exploratoria. Por ejemplo, el estado de California, entre otros, ha incluido preguntas para medición de mentalidad de crecimiento en sus encuestas anuales de medición de calidad de la educación, como en Chile, sin adjuntar consecuencias a sus resultados. Hasta ahora solo reporta los resultados a los colegios que participan de esta medición. En otros países, como Perú, a través del Ministerio de Educación y en colaboración con el Banco Mundial, se ha implementado una estrategia de difusión de mentalidad de crecimiento en varias ciudades, de manera experimental, encontrando un impacto positivo. A parte de estas iniciativas, no existe un marco normativo que apoye el desarrollo de esta mentalidad, pero hay muchos posibles canales. Entre ellos, el CPEIP podría transmitir sobre el tema, a través de los programas de desarrollo docente que imparte. También el área de apoyo a colegios dentro del Ministerio de Educación. Su equivalente, en la Agencia de Calidad, y, más simplemente, ofreciendo acceso a la intervención online a través de sitios del Ministerio de Educación o Fundación Chile para que los estudiantes puedan acceder a ella.

Respecto de qué pueden hacer los establecimientos para aumentar la mentalidad de crecimiento una vez que identificaran la necesidad a través de la medición, existen algunas soluciones propuestas. Yeager et al. (2016) y Yeager et al. (2018) han adaptado una intervención online que puede apoyar a los establecimientos en el desarrollo de mentalidad de sus estudiantes. Una política pública posible, como fue mencionado antes, sería instalar esta intervención en un sitio gratuito del Estado y mantenerlo con acceso universal para uso de las escuelas, realizando la adecuada evaluación del impacto de esta acción.

Estudios futuros se concentrarán en medir el impacto de intervenciones como estas y mejorando el sistema de medición de mentalidad. Para esto, se están implementando estrategias de desarrollo de mentalidad de creci-

miento en siete establecimientos educacionales en Chile de manera aleatoria y también, gracias a un Fondo de Investigación y Desarrollo en Educación (Fonide) 2019, se podrá continuar con la validación de instrumentos a través del diámetro pupilar.

Referencias

- Ahern, S. y Beatty, J.**, 1979. Pupillary responses during information processing vary with Scholastic Aptitude Test scores. *Science*, 205(4412), pp. 1289-1292.
- Leyton, C., Huepe, M., Mandiola, M.P. y M. Traslaviña**, 2014. *Indicadores del Desarrollo Personal y Social de los Estudiantes Chilenos*. División de Estudios, Agencia de Calidad de la Educación.
- Agencia de Calidad de la Educación**, 2016a. *La autoestima académica y motivación escolar como predictor de la deserción en jóvenes vulnerables*.
- Agencia de Calidad de la Educación**, 2016b. *Factores que influyen en la motivación por la lectura y su relación con logros de aprendizajes e Indicadores de desarrollo personal y social. Documento de trabajo para la comunidad escolar*.
- Agencia de Calidad de la Educación**, 2018. *Portal de Estudios* (información estadística). Recuperado de: <http://informacionestadistica.agenciaeducacion.cl/#/bases>
- Aston-Jones, G. y Cohen, J.D.**, 2005. An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance. *Annu Rev Neurosci.*, pp. 403-450.
- Bandura, A.**, 1989. Human agency in social cognitive theory. *American psychologist*, 44(9), pp. 1175.
- Blackwell, L.S, Trzesniewski, K.H., Dweck C.S.**, 2007. Implicit Theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: a longitudinal study and an intervention. *Child Dev.*, 78, pp. 246-263
- Claro, S., Paunesku, D. y Dweck, C.S.**, 2016. Growth mindset tempers the effects of poverty on achievement. *Proc. Natl.Acad.Sci. U.S.A.*, 113, pp. 8664-8668.
- Duckworth, A.L. y Seligman, M.E.P.**, 2005. Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, 16(2), pp. 939-944.
- Duckworth, A.L. y Seligman, M.E.P.**, 2006. Self-Discipline Gives Girls the Edge: Gender in Self-Discipline, Grades, and Achievement Test Scores. *Journal of Educational Psychology* 2006, Vol. 98, No. 1, pp. 198-208. DOI: 10.1037/0022-0663.98.1.198
- Duckworth, A.L. y Yeager, D.S.**, 2015. Measurement matters: Assessing personal qualities other than cognitive ability for educational purposes. *Educational Researcher*, 44(4), pp. 237-251.

- Dweck, C.S.**, 2000. *Self-Theories: Their Role in Motivation, Personality, and Development*. New Ed Edition. PA: Psychology Press.
- Dweck, C.**, 2006. *Mindset: The New Psychology of Success*. New York, NY: Random House.
- Eskreis-Winkler, L., Gross, J.J. y Duckworth, A.L.**, 2016. Grit: Sustained self-regulation in the service of superordinate goals. En Vohs, K.D. y Baumeister, R.F. (Eds.). *Handbook of self-regulation: Research, theory and applications* (3rd ed.). New York, NY: Guilford.
- Farrington, C.A., Roderick, M., Allensworth, E.A., Nagaoka, J., Keyes, T.S., Beechum, N. y Johnson, D.W.**, 2012. *Teaching adolescents to become learners: The role of noncognitive factors in shaping school performance – A critical literature review*. Chicago: University of Chicago Consortium on Chicago School Research.
- Gehlbach, H., Mascio, B. y McIntyre, J.**, 2018 (en prensa). *Morphing Mindset: Expanding the Construct and Re-Conceptualizing Its Measurement*.
- Heckman, J.J., Stixrud, J. y Urzua, S.**, 2006. The effects of cognitive and non-cognitive abilities on labor market outcomes and social behavior. *Journal of Labor Economics*, 24(3), pp. 411-482.
- Henderson, R.R., Bradley, M.M. y Lang, P.J.**, 2014. Modulation of the initial light reflex during affective picture viewing. *Psychophysiology*, 51, pp. 815-818.
- Jencks, C.**, 1979. *Who gets ahead? The determinants of economic success in America*. New York: Basic Books.
- Joshi, S., Li, Y., Kalwani, R.M. y Gold, J.I.**, 2016. Relationships between Pupil Diameter and Neuronal Activity in the Locus Coeruleus, Colliculi, and Cingulate Cortex. *Neuron*, 89, pp. 221-234.
- Paunesku, D., Walton, G.M., Romero, C., Smith, E.N., Yeager, D.S. y Dweck, C.S.**, 2015. Mindset interventions are a scalable treatment for academic underachievement. *Psychol. Sci.*, 26, pp. 784-793. doi: 10.1177/0956797615571017
- OECD**, 2017. *PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being*. Paris: PISA, OECD Publishing. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264273856-en>
- Reimer, J., Froudarakis, E., Cadwell, C.R., Yatsenko, D., Denfield, G.H. y Tolias, A.S.**, 2014. Pupil fluctuations track fast switching of cortical states during quiet wakefulness. *Neuron*, 84, pp. 355-362.
- Reimer, J., McGinley, M.J., Liu, Y., Rodenkirch, C., Wang, Q., McCormick, D.A. y Tolias, A.S.**, 2016. Pupil fluctuations track rapid changes in adrenergic and cholinergic activity in cortex. *Nature communications*, 7, p. 13289.

- Siegle, G.J., Steinhauer, S.R., Stenger, V.A., Konecky, R. y Carter, C.S.**, 2003. Use of concurrent pupil dilation assessment to inform interpretation and analysis of fMRI data. *Neuroimage*, 20, pp. 114-124.
- Smallwood, J. y Schooler, J.W.**, 2015. The science of mind wandering: empirically navigating the stream of consciousness. *Annual review of psychology*, 66, pp. 487-518.
- Wainstein, G., Rojas-Libano, D., Crossley, N.A., Carrasco, X., Aboitiz, F. y Ossandon, T.**, 2017. Pupil Size Tracks Attentional Performance In Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Scientific reports*, 7, p. 8228.
- Yeager, D.S. y Walton, G.M.**, 2011. Social-psychological interventions in education: They're not magic. *Review of Educational Research*, 81(2), pp. 267-301.
- Yeager, D.S., Walton, G.M., Brady, S.T., Akcinar, E.N., Paunesku, D., Keane, L., Kamenz, D., Ritter G., Duckworth, A.L., Urstein, R., Gomez, E.M., Markus, H.R., Cohen, G.L., y Dweck, C.S.**, 2016. Teaching a lay theory before college narrows achievement gaps at scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201524360.
- Yeager, D.S., Romero, C., Paunesku, D., Hulleman, C.S., Schneider, B., Hinojosa, C., Lee, H.Y., O'Brien, J., Flint, K., Roberts, A., Trott, J., Greene, D., Walton, G.M., y Dweck, C.S.**, 2016. Using design thinking to improve psychological interventions: the case of the growth mindset during the transition to high school. *J. Educ. Psychol.*, 108, pp. 374-391.
- Yeager, D. S., Hanselman, P., Paunesku, D., Hulleman, C., Dweck, C., Muller, C., Tipton, E., Schneider, B., Hulleman, C., Hinojosa, C., Paunesku, D., Romero, C., Flint, K., Roberts, A., Trott, J., Iachan, R., Buontempo, J., Yang Hooper, S., Murray J., Carvalho, C., Hahn, R., Ferguson, R., Duckworth, A.**, 2018. Where And For Whom Can A Brief, Scalable Mindset Intervention Improve Adolescents' Educational Trajectories? (en revisión).

CÓMO CITAR ESTA PUBLICACIÓN:

Claro, S., Ossandón, T., 2019. Neurociencia de la motivación escolar. En: Centro de Políticas Públicas UC (ed), *Propuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas 2018*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 225-250.