

MENTALIDADES MATEMÁTICAS



Cómo liberar el potencial de los estudiantes
mediante las matemáticas creativas,
mensajes inspiradores y una enseñanza innovadora

J O B O A L E R

Prólogo de Carol Dweck, autora de “*Mindset*”



Límite de la responsabilidad / exención de responsabilidad: Si bien el editor y la autora se han esmerado todo lo posible en la preparación de este libro, no formulan ninguna declaración ni ofrecen ninguna garantía con respecto a la exactitud o la exhaustividad de los contenidos de este libro y niegan específicamente cualquier garantía implícita de comercialización o adecuación para cualquier propósito en particular. Ninguna garantía puede ser creada o extendida por representantes de ventas o materiales de venta escritos. Los consejos y las estrategias que se incluyen en esta obra pueden no ser adecuados para la situación del lector, que debería consultar con un profesional en caso de ser conveniente. Ni el editor ni la autora serán responsables de ninguna pérdida de beneficios ni de ningún otro daño comercial, incluidos, entre otros, daños especiales, incidentales, indirectos u otros. Los lectores deben saber que los sitios de Internet que se ofrecen como citas o fuentes de información adicional pueden haber cambiado o desaparecido entre el momento en que se escribió la obra y el momento de su lectura.

Algunas páginas de este libro están diseñadas para su uso en un entorno grupal y pueden personalizarse y reproducirse con fines educativos o de formación. Las páginas reproducibles contienen el siguiente aviso de copyright:

«Mathematical Mindsets. Copyright © 2016 por Jo Boaler. Reproducido con permiso de John Wiley and Sons, Inc.». Este permiso gratuito está restringido a la reproducción en papel de los materiales para eventos educativos o de formación. No se permiten, sin la previa autorización por escrito del editor, la reproducción y la distribución sistemáticas o a gran escala (de más de cien copias por página al año) ni la transmisión, la reproducción electrónica o la inclusión en publicaciones que se vendan o se utilicen con fines comerciales.

Título original: MATHEMATICAL MINDSETS. UNLEASHING STUDENTS' POTENTIAL THROUGH CREATIVEMATH, INSPIRINGMESSAGES AND INNOVATIVE TEACHING

Traducido del inglés por Francesc Prims Terradas

Diseño de portada: Editorial Sirio, S.A.

Maquetación: Toñi F. Castellón

© de la edición original

2016, Jo Boaler

Publicado inicialmente por Jossey-Bassey, un sello de Wiley

Derechos de traducción gestionados por Taryn Fagerness Agency y Sandra Bruna Agencia Literaria, S.L.

© de la presente edición
EDITORIAL SIRIO, S.A.
C/ Rosa de los Vientos, 64
Pol. Ind. El Viso
29006-Málaga
España

www.editorialsirio.com

sirio@editorialsirio.com

I.S.B.N.: 978-84-18000-95-9

Puedes seguirnos en [Facebook](#), [Twitter](#), [YouTube](#) e [Instagram](#).

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Contenido

[Cubierta](#)

[Créditos](#)

[Prólogo](#)

[Introducción: El poder de la mentalidad](#)

[El cerebro y el aprendizaje de las matemáticas](#)

[El poder de los errores y las dificultades](#)

[Los errores que cometemos en la vida](#)

[¿Cómo podemos cambiar la manera en que los estudiantes ven los errores?](#)

[La belleza de las matemáticas y la creatividad que permiten](#)

[Conclusión](#)

[La creación de mentalidades matemáticas: la importancia de ser flexible con los números](#)

[Dar sentido a los números](#)

[¿Y las tablas matemáticas?](#)

[¿Hasta qué punto es importante la práctica en las matemáticas?](#)

[¿Y los estudiantes mayores?](#)

[Aplicaciones y juegos de matemáticas](#)

[Wuzzit Trouble](#)

[Mathbreakers](#)

[Number Rack](#)

[Motion Math](#)

[Conclusión](#)

[Tareas matemáticas interesantes](#)

[Caso 1. Ver la apertura de los números](#)

[Caso 2. Formas en expansión: el poder de la visualización](#)

[Caso 3. ¿Cuál es el momento de presentar o explicar métodos?](#)

[Caso 4. Una profesora ve una conexión matemática por primera vez \(el triángulo de Pascal\)](#)

[Caso 5. Las maravillas del espacio negativo](#)

[Caso 6. De las operaciones matemáticas básicas a la emoción matemática](#)

[De los casos de «entusiasmo matemático» al diseño de las tareas](#)

[1. ¿Se puede abrir la tarea para fomentar múltiples métodos, vías y representaciones?](#)

[2. ¿Se puede adaptar la tarea para que haya que efectuar una indagación?](#)

[3. ¿Es posible plantear el problema antes de enseñar el método?](#)

[4. ¿Es posible añadir un componente visual?](#)

[5. ¿Se puede hacer que la tarea sea «de suelo bajo y techo alto»?](#)

[6. ¿Se puede añadir el requisito de convencer y razonar?](#)

[Conclusión](#)

[Las matemáticas y el camino hacia la equidad](#)

[La construcción elitista de las matemáticas](#)

[El mito del niño que tiene talento para las matemáticas](#)

[Cuando las desigualdades matemáticas a la hora de ubicar a los estudiantes en los cursos son ilegales](#)

[Estrategias para la equidad](#)

[1. Ofrecer a todos los alumnos contenidos de alto nivel](#)

[2. Trabajar para cambiar las ideas relativas a quiénes pueden tener éxito con las matemáticas](#)

[3. Alentar a los estudiantes a pensar profundamente sobre las matemáticas](#)

[4. Enseñar a los estudiantes a trabajar juntos](#)

[5. Brindar a las niñas y a los estudiantes de color un estímulo adicional para que aprendan matemáticas y ciencias](#)

[6. Prescindir de los deberes, o al menos cambiar la orientación de estos](#)

[Conclusión](#)

[Del sistema de pistas a la agrupación favorable a la mentalidad de crecimiento](#)

[Oportunidades de aprender](#)

[Acabar con las pistas](#)

[La agrupación favorable a la mentalidad de crecimiento](#)

[Cómo impartir clase a grupos heterogéneos de manera efectiva: las tareas de matemáticas](#)

[1. Proporcionar tareas abiertas](#)

[2. Ofrecer tareas para elegir](#)

[3. Vías individualizadas](#)

[Cómo impartir clase a grupos heterogéneos de manera efectiva: la instrucción compleja](#)

[Multidimensionalidad](#)

[Roles](#)

[Atribución de méritos](#)

[Enseñar a los estudiantes a ser responsables de sus aprendizajes respectivos](#)

[Conclusión](#)

[Formas de evaluar para fomentar la mentalidad de crecimiento](#)

[Carrera a ninguna parte](#)

[La evaluación para el aprendizaje](#)

[Desarrollar la autoconciencia y la responsabilidad del estudiante](#)

[1. La autoevaluación](#)

[2. La evaluación entre iguales](#)

[3. Un tiempo de reflexión](#)

[4. El semáforo](#)

[5. Los grupos-puzle](#)

[6. El billete de salida](#)

[7. Los formularios en línea](#)

[8. Hacer garabatos](#)

[9. Los estudiantes escriben preguntas y exámenes](#)

[Los comentarios de diagnóstico](#)

[Consejos sobre las calificaciones](#)

[Conclusión](#)

[La enseñanza de las matemáticas favorable a la mentalidad de crecimiento](#)

[Alentar a todos los alumnos](#)

[Establecer las normas de la clase](#)

[La prueba de participación](#)

[Cree en todos tus alumnos](#)
[Valora el esfuerzo y los fallos](#)
[Ofrece elogios y ayuda que favorezcan la mentalidad de crecimiento](#)
[Abrir las matemáticas](#)
[Enseña matemáticas como una materia abierta, que impulsa el crecimiento y en que lo importante es el aprendizaje](#)
[Alienta a los alumnos a ser matemáticos](#)
[Enseña matemáticas como la asignatura de los patrones y las conexiones](#)
[Enseña unas matemáticas visuales y fomenta la creatividad](#)
[Fomenta la intuición y la libertad de pensamiento](#)
[Valora más la profundidad que la velocidad](#)
[Conecta las matemáticas con el mundo mediante el modelado matemático](#)
[Modelar con las matemáticas](#)
[Anima a los estudiantes a plantear preguntas, razonar, justificar y ser escépticos](#)
[Enseña con la ayuda de herramientas tecnológicas y materiales atractivos](#)
[Apéndice A](#)
[Deberes de matemáticas: preguntas para reflexionar](#)
[Va de formas](#)
[Series con las regletas de Cuisenaire](#)
[Triángulo de Pascal](#)
[Tarea del espacio negativo](#)
[¡Encuentra cuadriláteros!](#)
[Cuatro cuatros](#)
[Boletín informativo](#)
[El salto de longitud](#)
[Líneas paralelas y una transversal](#)
[La escalera](#)
[Doblar un papel](#)
[Un cono y un cilindro](#)
[Mis deberes Mis reflexiones](#)
[Ordenar números](#)
[Expandir rectángulos](#)
[Función lineal](#)
[Función matemática](#)
[Cordones de zapatos](#)
[Roles en los grupos \(versión estadounidense\)](#)
[Roles en los grupos \(versión británica\)](#)
[Autoevaluación: polígonos](#)
[Autoevaluación para primero de Álgebra](#)
[Dos estrellas y un deseo](#)
[Reflexión](#)
[Puzle de álgebra - Tarea A](#)
[Puzle de álgebra - Tarea B](#)
[Puzle de álgebra - Tarea C](#)
[Puzle de álgebra - Tarea D](#)
[Billete de salida](#)
[Autoevaluación «Muestra lo que puedes hacer»](#)
[Prueba de participación: objetivos matemáticos](#)

[Prueba de participación: objetivos del grupo](#)

[Galletas para perro](#)

[Ejercicios para poner de relieve algunas conexiones matemáticas](#)

[Código de colores para brownies](#)

[El cubo pintado](#)

[La cabra atada](#)

[Simulación de la riqueza del mundo](#)

[Defendiendo la portería](#)

[Nos preguntamos](#)

[Apéndice B](#)

[Normas positivas pra fomentar en la clase de matemáticas](#)

[Referencias](#)

[Sobre la autora](#)

[Agradecimientos](#)

Para Jaime y Ariane, mis dos chicas
que me inspiran todos los días.

Prólogo

Una de mis exalumnas de la Universidad Stanford es profesora de cuarto de primaria en el sur del Bronx, una zona de la ciudad de Nueva York en la que estudian muchos alumnos pertenecientes a grupos sociales minoritarios y desfavorecidos que presentan un rendimiento académico bajo. Todos estos alumnos piensan que no se les dan bien las matemáticas, y a la vista de sus resultados académicos, cualquiera podría tener la tentación de comulgar con esta apreciación. Sin embargo, después de haber asistido a clase con ella durante un año, sus alumnos de cuarto terminaron en primer lugar en el *ranking* del estado de Nueva York: el 100 % aprobaron el examen de matemáticas de ámbito estatal, y el 90 % obtuvieron la nota más alta. Y es que todos los estudiantes pueden tener éxito en el aprendizaje de las matemáticas; el caso de estos alumnos del Bronx no es más que uno de los muchos ejemplos que podría poner.

Hay quienes piensan que algunos niños no están hechos para las matemáticas, que el éxito en esta materia está reservado solamente a ciertos niños —los que se cree que son «inteligentes»— o que es demasiado tarde para aquellos que no han crecido en los entornos adecuados. Quienes albergan estas creencias pueden aceptar fácilmente que muchos estudiantes suspendan la asignatura de matemáticas y la odien. De hecho, nos hemos encontrado con muchos profesores que intentan consolar a sus alumnos diciéndoles que no se preocupen por llevar mal las matemáticas, porque no todos pueden sobresalir en esta materia. Estos «facilitadores» adultos, padres y maestros por igual, permiten que los niños desistan de las matemáticas cuando apenas están empezando a estudiarlas. No es de extrañar que algunos estudiantes se limiten a aceptar su desempeño deficiente con esta declaración: «No estoy hecho para las matemáticas».

Pero ¿de dónde sacan los padres, los profesores y los alumnos la idea de que las matemáticas son solo para algunas personas? Una nueva investigación muestra que esta creencia está profundamente arraigada en el campo de las matemáticas. Los investigadores encuestaron a académicos (de universidades estadounidenses) de varias disciplinas. Les preguntaron hasta qué punto pensaban que el éxito en su campo dependía de una capacidad fija e innata que no se podía enseñar, frente a la idea de que el trabajo duro, la dedicación y el aprendizaje eran los factores determinantes. Entre todos los expertos encuestados —de los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (las denominadas materias STEM)—, los matemáticos

fueron los que más convencidos se mostraron de que la capacidad asociada a su disciplina era un rasgo innato, fijo (Leslie, Cimpian, Meyer y Freeland, 2015). Otros investigadores están descubriendo que muchos profesores de matemáticas empiezan el curso distinguiendo entre los estudiantes que son aptos para esta disciplina y los que no lo son. Se oyó decir a un profesor de universidad, en el primer día de un curso universitario introductorio: «Si esto no os resulta fácil, no es lo vuestro» (Murphy, García y Zirkel, en preparación). Si este mensaje se transmite de generación en generación, no es de extrañar que los estudiantes tengan miedo de las matemáticas. Y tampoco es de extrañar que lleguen a la conclusión de que no están hechos para las matemáticas si no les resultan fáciles.

Pero cuando empezamos a constatar que la mayoría de los estudiantes (tal vez casi todos) son capaces de sobresalir en esta asignatura y disfrutarla, como se muestra en los capítulos siguientes, ya no es aceptable que tantos alumnos la suspendan y la odien. ¿Qué podemos hacer para que todos los estudiantes logren avanzar en el aprendizaje de las matemáticas? ¿Cómo podemos ayudar a los maestros y a los alumnos a creer que se puede desarrollar la capacidad matemática, y luego mostrarles a los profesores cómo enseñar matemáticas de una manera coherente con esta idea? Esta es la materia de este libro.

En esta obra única y maravillosa, Jo Boaler saca partido de sus años de experiencia y su gran sabiduría para mostrarles a los docentes exactamente cómo presentar los contenidos matemáticos, cómo estructurar los problemas matemáticos y cómo guiar a los alumnos en esta disciplina y darles un tipo de retroalimentación que los ayude a adoptar y asentar una *mentalidad de crecimiento*. Boaler es una de esas educadoras excepcionales que no solo conocen el secreto de la enseñanza de la mayor calidad, sino que también saben cómo transmitir este don a los demás. Miles de maestros han aprendido de ella, y esto es lo que dicen:

«A lo largo de mi educación escolar [...] me sentí estúpido e incapaz de aprender [matemáticas] [...] No tengo palabras para expresar el alivio que siento ahora al ver que sí puedo aprenderlas, y al poder enseñarles a los alumnos que ellos también pueden hacerlo».

«[Usted] me ha ayudado a pensar acerca de la transición a los estándares básicos comunes y a ayudar a mis alumnos a sentir amor y curiosidad por las matemáticas».

«Estaba buscando un proceso de aprendizaje de las matemáticas que hiciera que los alumnos pasasen de odiarlas a disfrutarlas [...] este era el cambio que necesitaba».

Imagina a tus alumnos pasándolo bien mientras lidian con problemas matemáticos realmente difíciles. Imagínalos pidiendo que se analicen sus errores delante de la clase. Imagínalos diciendo: «¡Se me dan bien las matemáticas!». Esta visión utópica se está materializando en aulas de todo el mundo y, si sigues los consejos que se ofrecen en este volumen, también puede ser una realidad en tu aula.

Carol Dweck,
profesora de Psicología y autora de *Mindset: la actitud del éxito*

Introducción: El poder de la mentalidad

Recuerdo claramente la tarde de otoño en la que estuve con la decana en su despacho, en la que resultó ser una reunión muy importante. Hacía poco que yo había regresado a la Universidad Stanford desde Inglaterra, donde había sido profesora Marie Curie de Educación Matemática.

Todavía me estaba acostumbrando al cambio climatológico, de los grises cielos nublados que se empeñaron en acompañarme durante los tres años que pasé en la costa de Sussex, en Inglaterra, a la luz del sol que brilla en el campus de Stanford casi de continuo. Entré en el despacho de la decana con cierta inquietud ese día, ya que era la primera vez que iba a encontrarme con Carol Dweck. Estaba un poco nerviosa ante la perspectiva de conocer a la famosa investigadora cuyos libros sobre la mentalidad habían revolucionado la vida de personas de todos los continentes y cuyo trabajo había motivado a gobiernos, escuelas, padres e incluso a equipos deportivos de primera línea a enfocar la vida y el aprendizaje de manera diferente.

Durante muchos años, Carol y sus equipos de investigación han recopilado datos que respaldan un hallazgo indiscutible: que cada individuo tiene una mentalidad, una creencia fundamental acerca de su forma de aprender (Dweck, 2006b). Las personas que tienen una mentalidad de crecimiento creen que la inteligencia aumenta con el trabajo duro, mientras que las que tienen una mentalidad fija creen que uno puede aprender cosas, pero no cambiar su nivel de inteligencia básico. Las mentalidades tienen una importancia fenomenal, porque los estudios han demostrado que conducen a comportamientos dispares en cuanto al aprendizaje, lo que a su vez da lugar a distintos resultados en cuanto a este. Cuando las personas cambian de mentalidad y empiezan a creer que pueden aprender en mayor medida, cambian su forma de aprender (Blackwell, Trzesniewski y Dweck, 2007) y obtienen un mayor rendimiento académico, como expondré en este libro.

En la conversación que mantuvimos ese día, le pregunté a Carol si había pensado en trabajar con profesores y alumnos de matemáticas, porque sabía que las intervenciones relativas a la mentalidad ofrecidas a los estudiantes los ayudaban, pero los profesores de matemáticas tienen el potencial de impactar profundamente en el

aprendizaje de los estudiantes de una manera sostenida en el tiempo. Carol respondió con entusiasmo y estuvo de acuerdo conmigo en que las matemáticas eran la disciplina en la que era más necesario un cambio de mentalidad. Esa fue la primera de muchas conversaciones y colaboraciones agradables en el curso de los cuatro años siguientes, que actualmente incluyen nuestro trabajo conjunto en proyectos de investigación, en los que también participan profesores de matemáticas, y la exposición de nuestras investigaciones e ideas en talleres dirigidos a los profesores de esta materia. Mi trabajo sobre la mentalidad y las matemáticas en los últimos años me ha ayudado a tomar mucha conciencia de lo necesario que es enseñar a los alumnos acerca de las mentalidades *dentro* del campo de las matemáticas, más que en un contexto general. Los estudiantes tienen unas ideas tan fuertes sobre las matemáticas, a menudo negativas, que pueden desarrollar una mentalidad de crecimiento respecto a todos los aspectos de su vida excepto este; es decir, pueden seguir creyendo que a unas personas se les dan bien las matemáticas y a otras no, sin más. Para cambiar estas creencias perjudiciales, los alumnos deben desarrollar *mentalidades matemáticas*. Este libro te enseñará formas de alentarlos con este fin.

La mentalidad fija que muchas personas tienen sobre las matemáticas a menudo se combina con otras creencias negativas relativas a esta disciplina, con un efecto demoleedor. Por eso es tan importante compartir con los estudiantes los nuevos conocimientos que tenemos relativos al aprendizaje de las matemáticas que expongo en este libro.

Recientemente, he compartido algunas de las ideas que aquí se exponen en un curso en línea para maestros y padres (un *curso en línea masivo y abierto*, CEMA; este tipo de cursos son más conocidos por sus siglas en inglés: MOOC). Los resultados fueron asombrosos; superaron incluso mis mayores expectativas (Stanford Center for Professional Development, sin fecha). Más de cuarenta mil personas se inscribieron en el curso; profesores de todos los niveles escolares y padres. Al acabar, el 95 % de los asistentes dijeron que cambiarían su forma de impartir las clases o la forma de ayudar a sus propios hijos, a partir de lo nuevo que habían aprendido. Además, más del 65 % de los participantes permanecieron en el curso, no el 5 % que suelen acabar un curso CEMA. La increíble respuesta que obtuve se debió a que los nuevos conocimientos que tenemos sobre el cerebro y el aprendizaje de las matemáticas es sumamente potente e importante.

Cuando impartí este curso en línea y leí todas las respuestas de las personas que lo hicieron, me di cuenta, más que nunca, de que muchos individuos han experimentado un trauma en relación con las matemáticas. No solo descubrí lo muy extendidos que están estos traumas, sino que la información que recopilé mostraba

que se alimentan de las creencias incorrectas relativas a las matemáticas y la inteligencia. El trauma y la ansiedad vinculados a las matemáticas se mantienen vivos porque estas creencias incorrectas están tan difundidas que permean la sociedad de Estados Unidos, del Reino Unido y de muchos otros países del mundo.

Fui consciente por primera vez de la magnitud del trauma asociado con las matemáticas en los días posteriores a la publicación de mi primer libro destinado a padres y profesores, titulado *What's Math Got to Do With It?* [¿Qué tienen que ver las matemáticas con esto?] en Estados Unidos y *The Elephant in the Classroom* [El elefante en el aula] en el Reino Unido, el cual explica en detalle los cambios en la educación y en la crianza de los niños que debemos acometer para que las matemáticas sean más agradables y accesibles. Cuando ese libro vio la luz, me invitaron a numerosos programas de radio, a ambos lados del Atlántico, para conversar con los locutores sobre el aprendizaje de las matemáticas. Esto tuvo lugar en muchos formatos; desde intervenciones más informales en programas matinales hasta una discusión en profundidad de veinte minutos con un presentador de la televisión pública estadounidense muy reflexivo, pasando por mi participación en un programa de radio británico muy apreciado llamado *Women's Hour* [La hora de las mujeres]. Hablar con los profesionales de la radio fue una experiencia realmente interesante. Empezaba la mayoría de las conversaciones hablando sobre los cambios que es necesario llevar a cabo, y señalaba que las matemáticas son traumáticas para muchas personas. Esta afirmación parecía relajar a mis anfitriones, e hizo que muchos de ellos se abrieran y compartieran conmigo sus propias historias de traumas vinculados a esta materia. Muchas de esas entrevistas acabaron convirtiéndose en algo similar a una sesión de terapia. Esos profesionales altamente capacitados e informados me hablaron de sus respectivos traumas y su origen, que normalmente era lo que había dicho o hecho un profesor de matemáticas. Todavía recuerdo que Kitty Dunne, de Wisconsin, me dijo que el nombre de su libro de álgebra estaba «grabado» en su cerebro, lo cual revelaba la fuerza que tenían las asociaciones negativas a las que se aferraba. Jane Garvey, de la BBC, una mujer increíble a la que admiro mucho, me confesó que les tenía tanto miedo a las matemáticas que temía entrevistarme. Ya les había contado a sus dos hijas lo mal que se le daba esta asignatura en la escuela (algo que nunca debe hacerse, como explicaré más adelante). Este grado de intensidad emocional, negativa, en torno a las matemáticas no es poco frecuente. Las matemáticas, más que cualquier otra materia, tienen el poder de «aplantar» el espíritu de los estudiantes, y muchos adultos no trascienden las experiencias que tuvieron con esta asignatura en la escuela si son negativas. Cuando los alumnos asientan la idea de que no se les dan bien las

matemáticas, a menudo mantienen una relación negativa con estas durante el resto de su vida.

El trauma vinculado a las matemáticas no solo lo sufren personas que decidieron dedicarse al arte o labrarse un futuro en el ámbito del entretenimiento. El lanzamiento de mis libros me llevó a conocer a algunas personas increíbles; una de las más interesantes fue la doctora Vivienne Parry. Vivienne es una científica eminente de Inglaterra; recientemente recibió un OBE, el mayor honor concedido en esta nación, otorgado por la reina. Su lista de logros es larga: fue vicepresidenta del consejo del University College de Londres, fue miembro del Consejo de Investigación Médica británico y presentó programas de ciencia en la BBC Television. Tal vez sea sorprendente que, con la carrera científica que tiene a sus espaldas, Vivienne hable pública y abiertamente sobre el miedo paralizante que experimenta en relación con las matemáticas. De hecho, me contó que las teme tanto que no puede calcular los porcentajes cuando necesita rellenar los documentos fiscales. Meses antes de abandonar el Reino Unido y regresar a la Universidad Stanford, impartí una ponencia en la Royal Institution de Londres. Fue un gran honor poder hablar en una de las instituciones más antiguas y respetadas de Gran Bretaña, que tiene el noble objetivo de dar a conocer el trabajo científico a la gente. Todos los años, en ese país, las Conferencias de Navidad, fundadas por Michael Faraday en 1825, se emiten por televisión, pronunciadas por eminentes científicos, que comparten así su trabajo con el gran público. Le pedí a Vivienne que me presentara en la Royal Institution, y en esa presentación dijo que, cuando era niña, la profesora de matemáticas, la señora Glass, la obligó a permanecer de pie en un rincón por no saber recitar la tabla de multiplicar del siete. A continuación hizo reír al público al añadir que, cuando contó esta historia en la BBC, seis mujeres llamaron al teléfono que acogía las llamadas del público para preguntarle si se estaba refiriendo a la señora Glass de la escuela Hoxbury, a lo cual respondió afirmativamente.

Por fortuna, estas prácticas de enseñanza tan duras ya son casi inexistentes, y sigo inspirada por la dedicación y el compromiso de la mayoría de los profesores de matemáticas con los que trabajo. No obstante, sabemos que siguen dándose mensajes negativos y dañinos a los alumnos todos los días, sin la intención de perjudicarlos, pero que pueden hacer que, a partir de ese momento, desarrollen una mala relación con las matemáticas. Esta relación puede invertirse en cualquier momento y pasar a ser buena, pero esto no ocurre en muchos casos. Lamentablemente, cambiar los mensajes que reciben los estudiantes sobre las matemáticas no es tan simple como cambiar las palabras que usan los docentes y los padres, aunque las palabras son muy importantes. Los alumnos también reciben y absorben muchos mensajes indirectos

sobre las matemáticas a través de muchos aspectos de la enseñanza de estas, como los ejercicios y los problemas con los que trabajan en clase, los comentarios que reciben, las formas en que se los pone a trabajar en grupo y otros aspectos de la enseñanza de las matemáticas que se abordan en este libro.

Vivienne está convencida de que tiene un problema cerebral llamado discalculia que le impide tener éxito con las matemáticas. Pero ahora sabemos que una experiencia o mensaje puede suponer un cambio radical para los estudiantes (Cohen y García, 2014), y parece muy probable que las experiencias negativas que tuvo con las matemáticas estén en la raíz de la ansiedad que siente actualmente en relación con ellas. Afortunadamente para los muchos que se han beneficiado de su trabajo, Vivienne pudo tener éxito a pesar de sus experiencias matemáticas, incluso en un campo cuantitativo, pero la mayoría de las personas no tienen tanta suerte, y sus primeras experiencias perjudiciales con las matemáticas les cierran las puertas para siempre.

Todos sabemos que los traumas relacionados con las matemáticas existen y lo que perjudican; se han dedicado numerosos libros al tema de la ansiedad matemática y las formas de ayudar a la gente a superarla (Tobias, 1978). En nuestro planeta hay innumerables individuos que se han visto perjudicados por la forma deficiente en que se les han enseñado las matemáticas, pero las ideas negativas que prevalecen sobre esta materia no provienen solo de las prácticas de enseñanza dañinas. Proceden de una idea que es muy fuerte, que impregna muchas sociedades y que está en la raíz del fracaso y el bajo rendimiento académico en el ámbito de las matemáticas: que solo algunas personas pueden dominarlas. La creencia de que las matemáticas están asociadas con un «don» que algunos han recibido y otros no es responsable de gran parte del fracaso que experimenta tanta gente con ellas en gran parte del mundo.

Hacer cursos de matemáticas es importante. Estudios de investigación han dejado claro que cuantos más cursos de matemáticas hagan los estudiantes, mayores serán sus ingresos diez años más tarde. Los cursos de matemáticas avanzadas están asociados a un salario un 19,5 % mayor diez años después de la educación secundaria (Rose y Betts, 2004). Las investigaciones también han revelado que los estudiantes que asisten a clases de matemáticas avanzadas aprenden unas formas de trabajar y pensar —aprenden, sobre todo, a razonar y aplicar la lógica— que hacen que sean más productivos en el trabajo. Quienes estudian matemáticas avanzadas aprenden cómo abordar situaciones matemáticas de cierto nivel, lo cual hace que, cuando consiguen un empleo, sean ascendidos a puestos más exigentes y mejor pagados, lo cual está fuera del alcance de quienes no estudiaron matemáticas de nivel avanzado (Rose y Betts, 2004). En el estudio que realicé con escuelas de Inglaterra, descubrí que los estudiantes

pasaban a destacar en su puesto de trabajo, lo cual hacía que acabasen obteniendo un empleo mejor remunerado, porque en la enseñanza secundaria habían aprendido matemáticas a través de un enfoque basado en los proyectos, el cual analizaré en capítulos posteriores (Boaler, 2005).

Y ¿de dónde proviene esta idea dañina, que, cabe observar, está ausente en países como China y Japón, que encabezan el *ranking* mundial del éxito en matemáticas? Tengo la suerte de tener dos hijas que, en el momento de escribir estas líneas, están cursando tercero de primaria y sexto [que en Estados Unidos es el primer curso de la enseñanza denominada *intermedia*] en California. Esto significa que tengo el dudoso placer de echar ojeadas, regularmente, a los programas de televisión infantiles. Esto ha sido muy esclarecedor para mí, y también muy preocupante, ya que no hay un solo día en que las matemáticas no aparezcan, en uno de estos programas, bajo una luz negativa. El mensaje insistente es que las matemáticas son muy difíciles a la par que nada interesantes, inaccesibles y solo para frikis; no son para la gente divertida y atractiva... y no son para las niñas. ¡No es extraño que tantos niños desconecten de las matemáticas y crean que no se les pueden dar bien!

La idea de que solo algunas personas pueden manejarse bien con las matemáticas está profundamente arraigada en la psique estadounidense y británica, por lo menos. Esto las convierte en algo especial y hace que la gente tenga unas ideas sobre ellas que no tiene sobre ninguna otra materia. Muchos dirán que las matemáticas son diferentes porque todo en esta disciplina tiene que ver con las respuestas correctas frente a las incorrectas, pero esto no es así; precisamente, parte del cambio que necesitamos ver en el campo de las matemáticas es el reconocimiento de su naturaleza creativa e interpretativa. Las matemáticas son una materia muy amplia y multidimensional que requiere razonamiento, creatividad, establecer conexiones e interpretar métodos. Es un conjunto de ideas que ayuda a alumbrar el mundo, y está cambiando constantemente. Los problemas matemáticos deberían alentar y reconocer las distintas formas en que las personas ven esta disciplina y los diferentes caminos que toman para resolver los problemas. Cuando esto es así, los estudiantes se implican más con las matemáticas, y más profundamente.

Otro concepto erróneo acerca de las matemáticas, generalizado y perjudicial, es que las personas a las que se les dan bien son las más inteligentes. Esto hace que el hecho de fallar con las matemáticas sea especialmente demoleedor para los estudiantes, ya que lo interpretan como que les falta inteligencia. Es necesario acabar con este mito. El peso combinado de todas las ideas erróneas que prevalecen en la sociedad acerca de las matemáticas es terrible para muchos niños: creen que la capacidad matemática es un signo de inteligencia y un don, y que si no tienen este

don no solo les seguirá yendo mal en el campo de las matemáticas, sino que, además, son personas poco inteligentes a las que probablemente no les irá bien en la vida.

Mientras escribo este libro, está claro que el mundo está desarrollando una gran comprensión y respeto en cuanto a lo importante que es la mentalidad. El libro de Carol Dweck se ha traducido a más de veinte idiomas (Dweck, 2006b), y el interés en el impacto de la mentalidad sigue creciendo. Lo que es menos sabido es que las ideas relativas a la mentalidad se infunden a través de las matemáticas, y que los profesores de matemáticas y los padres que trabajan con sus hijos en el hogar pueden transformar las ideas, experiencias y futuras oportunidades laborales de sus alumnos e hijos abordando las matemáticas con una mentalidad de crecimiento. Las intervenciones relativas a la mentalidad general pueden ser útiles para cambiar la mentalidad de los estudiantes, pero si siguen trabajando de la misma manera que siempre con las matemáticas en el aula y en el hogar, la mentalidad de crecimiento se irá desvaneciendo en relación con esta materia.

Las ideas que comparto con profesores y padres y que se exponen en este libro incluyen prestar atención a los planteamientos matemáticos con los que van a trabajar los alumnos, las formas en que los alientan o los califican, las maneras de trabajar en grupo en las aulas, las formas en que se abordan los errores, las normas instauradas en las aulas, los mensajes relativos a las matemáticas que podemos dar a los estudiantes y las estrategias que se pueden aprender para abordar la asignatura. En definitiva, en este libro se plantea todo lo relativo a la experiencia de enseñar y aprender matemáticas. Estoy emocionada por compartir este nuevo conocimiento contigo, y estoy segura de que os ayudará a ti y a cualquier persona con la que trabajes en el ámbito de las matemáticas.

En el próximo capítulo, y al principio del segundo, expondré algunas de las ideas fascinantes e importantes que han aportado las investigaciones en los últimos años; y a partir de la segunda mitad del capítulo dos me centraré en las estrategias que se pueden usar en las aulas de matemáticas y en los hogares para implementar las ideas presentadas inicialmente. Recomiendo encarecidamente leer todos los capítulos; pasar directamente a las estrategias no será útil si no se han comprendido bien las ideas subyacentes.

En los meses posteriores al curso CEMA que impartí para profesores y padres, recibí miles de cartas, correos electrónicos y otros mensajes por parte de personas que me hablaban de los cambios que habían efectuado en el aula y en el hogar y el impacto que esto había tenido en los estudiantes. Cambios relativamente pequeños en la forma de enseñar y criar a los niños pueden modificar su forma de relacionarse con las matemáticas, porque el nuevo conocimiento que tenemos sobre el cerebro,

las mentalidades y el aprendizaje de las matemáticas es verdaderamente revolucionario. Este libro trata sobre la creación de mentalidades matemáticas a través de una nueva forma de enseñar y criar a los niños. En esencia, esta nueva forma de enseñanza y crianza tiene que ver con el crecimiento, la innovación, la creatividad y la realización del potencial asociado a las matemáticas. Gracias por acompañarme y por dar pasos en un camino que podría cambiar para siempre la relación que tú y tus alumnos o hijos tenéis con las matemáticas.

El cerebro y el aprendizaje de las matemáticas

En la última década hemos visto el surgimiento de tecnologías que han brindado a los investigadores nuevas formas de ver cómo funcionan la mente y el cerebro. Ahora los científicos pueden estudiar a los niños y adultos en el momento en que están trabajando con las matemáticas y observar su actividad cerebral; pueden comprobar tanto el crecimiento como la degeneración del cerebro y ser capaces de ver el impacto de distintos estados emocionales en la actividad neuronal. Un fenómeno que se ha descubierto en los últimos años y ha sorprendido a los científicos es la *neuroplasticidad*. Antes se creía que el cerebro con el que nacían las personas no podía cambiarse, pero esta idea ha sido rotundamente refutada. Estudio tras estudio han demostrado la increíble capacidad que tiene el cerebro de crecer y cambiar en un período de tiempo realmente corto (Abiola y Dhindsa, 2011; Maguire, Woollett y Spiers, 2006; Woollett y Maguire, 2011).

Cuando aprendemos una idea nueva, una corriente eléctrica se dispara en nuestro cerebro, cruza las sinapsis y conecta distintas zonas de este órgano.

Si aprendes algo en profundidad, la actividad sináptica creará conexiones duraderas en tu cerebro y se formarán caminos estructurales, pero si consideras una idea una sola vez o de manera superficial, las conexiones sinápticas podrán «borrarse» como los caminos hechos en la arena. Las sinapsis se activan (es decir, transmiten impulsos eléctricos) cuando tiene lugar el aprendizaje, pero este no se produce solamente en las aulas o cuando se leen libros; las sinapsis se activan cuando tenemos conversaciones, cuando jugamos a juegos o construimos juguetes ensamblando piezas y en el transcurso de muchísimas otras experiencias.

Un conjunto de hallazgos que hicieron que los científicos cambiaran lo que pensaban acerca de la capacidad y el aprendizaje provinieron de investigaciones sobre el desarrollo cerebral que presentaban los conductores de los conocidos taxis negros

de Londres. Soy de Inglaterra, y en Londres he viajado en taxi muchas veces. Aún tengo buenos recuerdos de los emocionantes viajes de un día que mi familia y yo hacíamos a Londres en mi infancia, desde nuestra casa, que se encontraba a unas horas de distancia. Siendo ya adulta, estudié y trabajé en el King's College, de la Universidad de Londres, y tuve muchas más oportunidades de desplazarme en taxi por la ciudad.

En el área de Londres operan varios tipos de taxis, pero el rey de los taxis londinenses es el taxi negro (*black cab*). Durante la mayoría de mis desplazamientos por la ciudad en un taxi negro, no tuve ni idea de lo muy cualificados que estaban los conductores. Resulta que para llegar a ser un conductor de taxi negro en Londres, los aspirantes deben estudiar durante un período de dos a cuatro años y, en este tiempo, memorizar unas veinticinco mil calles y veinte mil lugares dentro de un radio de cuarenta kilómetros desde el centro de la ciudad. Hay que tener en cuenta que aprender a recorrer la ciudad de Londres es considerablemente más difícil que aprender a recorrer la mayoría de las ciudades estadounidenses, ya que no está construida sobre una estructura de cuadrícula y comprende miles de calles entrelazadas e interconectadas.

Al final de su período de formación, los aspirantes a conducir un taxi negro hacen un examen que se llama sencillamente The Knowledge ('el conocimiento'). Si viajas en un taxi negro de Londres y le preguntas a su conductor sobre The Knowledge, lo normal es que se alegre de obsequiarte con alguna historia sobre la dificultad de la prueba y su período de formación. Se sabe que The Knowledge es uno de los exámenes más exigentes del mundo; los solicitantes se presentan doce veces, en promedio, antes de aprobarlo.

A principios de la década del 2000, los científicos decidieron estudiar a los conductores de los taxis negros de Londres para buscar los cambios que se hubiesen podido producir en su cerebro, ya que habían pasado por un entrenamiento espacial complejo durante años. Pero no esperaban encontrarse con unos resultados tan espectaculares. Los investigadores descubrieron que, al final del período de formación, el hipocampo del cerebro de los taxistas había crecido significativamente (Maguire *et al.*, 2006; Woollett y Maguire, 2011). El hipocampo es la zona del cerebro especializada en adquirir y utilizar la información espacial.

En otros estudios, los científicos compararon el desarrollo cerebral de los conductores de los taxis negros con el de los conductores de autobús de la misma ciudad. Los conductores de autobús solo aprenden rutas sencillas y únicas, y los estudios mostraron que su cerebro no había experimentado el mismo desarrollo (Maguire *et al.*, 2006). Esto confirmó la conclusión de los científicos de que la

formación inusualmente compleja por la que habían pasado los taxistas era la razón del espectacular desarrollo de su cerebro. En un estudio adicional, se descubrió que, tras jubilarse, el hipocampo de estos taxistas volvía a reducirse (Woollett y Maguire, 2011).

Actualmente hay muchos estudios realizados con los conductores de los taxis negros (Maguire *et al.*, 2006; Woollett y Maguire, 2011), que han mostrado un grado de flexibilidad cerebral (o neuroplasticidad) que ha sorprendido a los científicos. Antes de llevar a cabo los estudios, los investigadores no habían previsto que fuese posible un desarrollo cerebral tan grande como el que midieron. Esto condujo a un cambio, en el mundo científico, en los planteamientos relativos al aprendizaje y la «capacidad» y la posibilidad de que el cerebro cambie y se desarrolle.

Alrededor de la época en que surgieron los estudios sobre los conductores de los taxis negros, sucedió algo que sacudiría aún más el mundo científico. Una niña de nueve años, Cameron Mott, sufría unos ataques que los médicos no podían controlar. Su médico, el doctor George Jello, propuso algo radical: extirpar la mitad de su cerebro, todo el hemisferio izquierdo. La operación fue revolucionaria, y se llevó a cabo con éxito. En los días que siguieron a la intervención quirúrgica, Cameron quedó paralizada. Los médicos esperaban que permaneciera discapacitada durante muchos años, ya que el lado izquierdo del cerebro controla los movimientos físicos. Pero con el paso de las semanas y los meses, los sorprendió al recuperar determinadas funciones y movimientos, lo cual solo podía significar una cosa: el lado derecho de su cerebro estaba desarrollando las conexiones que necesitaba para realizar las funciones propias del lado izquierdo. Los médicos atribuyeron esto a la increíble plasticidad cerebral y solo pudieron llegar a la conclusión de que, en efecto, el cerebro de Cameron había vuelto a crecer, y lo había hecho más rápidamente de lo que se creía posible. En la actualidad, Cameron corre y juega con otros niños, y el único signo significativo de su pérdida cerebral es una leve cojera (esta noticia podía leerse en www.today.co).

El nuevo descubrimiento de que el cerebro puede crecer, adaptarse y cambiar conmocionó al mundo científico y dio lugar a nuevos estudios sobre el cerebro y el aprendizaje, en los que se emplearon nuevas tecnologías y equipos de exploración cerebral. En uno de ellos, que creo que es muy importante para quienes estamos en el mundo de la educación, investigadores del Instituto Nacional de Salud Mental estadounidense dieron a los sujetos un ejercicio de diez minutos en el que aplicarse cada día durante tres semanas. Compararon el cerebro de quienes hicieron el ejercicio con el de los sujetos del grupo de control, que no lo hicieron. Los resultados mostraron que el cerebro de quienes habían trabajado en el ejercicio durante unos

minutos cada día experimentaron cambios estructurales. El cerebro de los participantes se «reconfiguró» y se desarrolló en respuesta a una tarea mental de diez minutos realizada a diario durante quince días laborables (Karni *et al.*, 1998). Estos resultados deberían hacer que los educadores abandonasen las ideas fijas tradicionales sobre el cerebro y el aprendizaje que actualmente inundan las escuelas; ideas como que los niños son inteligentes o tontos, rápidos o lentos. Si el cerebro puede cambiar en tres semanas, ¡imagina lo que puede suceder en el transcurso de un año de clases de matemáticas si a los alumnos se les dan los materiales adecuados y si reciben mensajes positivos sobre su potencial y su capacidad! En el capítulo cinco se explica la naturaleza de las mejores tareas matemáticas en las que los estudiantes deberían trabajar para experimentar este desarrollo cerebral.

Los nuevos resultados arrojados por las investigaciones sobre el cerebro nos dicen que todos, con la enseñanza y los mensajes correctos, podemos tener éxito con las matemáticas, y que todo el mundo puede sacar las calificaciones más altas en la escuela en esta asignatura. Hay algunos niños que tienen unas necesidades educativas especiales muy particulares que les dificultan el aprendizaje de las matemáticas, pero la gran mayoría de los niños, alrededor del 95 %, pueden lidiar con las matemáticas escolares, de cualquier nivel. Y el cerebro de los niños que tienen necesidades especiales tiene el mismo potencial de desarrollo y transformación que el de los demás. Los padres y los profesores deben tener esta información tan importante. Cuando les comunico estos hallazgos a los docentes en talleres y charlas, la mayoría se sienten alentados e inspirados, pero no todos. Hace poco estuve con un grupo de profesores, y uno de matemáticas de la enseñanza secundaria se mostró claramente preocupado por la idea. Dijo: «¿No estarás diciendo, verdad, que *cualquiera* de los estudiantes de sexto de mi escuela podría elegir Cálculo en el último curso de secundaria?». Cuando le respondí que eso era exactamente lo que estaba diciendo, pareció verdaderamente turbado, aunque tengo que reconocer que no rechazó por completo el mensaje. A algunos profesores les resulta difícil aceptar el hecho de que cualquiera puede aprender matemáticas a niveles altos, especialmente si llevan muchos años decidiendo quién puede y quién no puede aprenderlas y enseñándolas en función de esta apreciación. Por supuesto, los estudiantes de sexto han tenido muchas experiencias y han recibido muchos mensajes desde siempre que han retrasado el aprendizaje de algunos de ellos, y ciertos alumnos pueden llegar a sexto con un conocimiento matemático significativamente menor que el de otros compañeros, pero esto no significa que no puedan acelerar y alcanzar los niveles más altos. Serán capaces de hacerlo si reciben la enseñanza y el apoyo de calidad que todos los niños merecen.

A menudo me preguntan si estoy diciendo que todos nacemos con el mismo cerebro. La respuesta es que no. Lo que estoy diciendo es que las diferencias cerebrales con las que nacen los niños no son tan importantes como las experiencias de desarrollo cerebral que tienen a lo largo de la vida. La gente cree firmemente que la forma en que nacemos determina nuestro potencial, y apuntan a personas conocidas que se consideran genios, como Albert Einstein o Ludwig van Beethoven. Pero los científicos saben actualmente que cualquier diferencia cerebral presente al nacer se ve eclipsada por las experiencias de aprendizaje que tenemos a partir del nacimiento (Wexler en Thompson, 2014). Cada segundo del día se activan nuestras sinapsis cerebrales, y los estudiantes criados en entornos estimulantes en los que reciben mensajes coherentes con la mentalidad de crecimiento son capaces de todo. Las diferencias cerebrales pueden darles ventaja a algunas personas al principio, pero solo una cantidad muy minúscula de individuos nacen con un tipo de ventaja que acabe por ser significativa con el paso del tiempo. Y quienes son considerados genios naturales son los mismos que a menudo subrayan el trabajo duro que han realizado y la cantidad de errores que han cometido. Einstein, probablemente el más conocido entre los individuos considerados genios, no aprendió a leer hasta los nueve años, y dijo muchas veces que sus logros se debieron a la cantidad de errores que cometió y a la persistencia que mostró. Se esforzó, y cuando cometió errores, se esforzó más. Abordó el trabajo y la vida con la actitud de quien tiene una mentalidad de crecimiento. Una gran cantidad de indicios científicos permiten inferir que la diferencia entre quienes tienen éxito y quienes no lo tienen no es el cerebro con el que nacieron, sino su manera de enfocar la vida, los mensajes que reciben sobre su potencial y las oportunidades que tienen de aprender. Y las mejores oportunidades de aprender acuden cuando los estudiantes creen en sí mismos. Demasiados escolares ven obstaculizado su aprendizaje por los mensajes que han recibido sobre su potencial: se los ha inducido a creer que no son tan buenos como otros, que no tienen el potencial de otros. Este libro te proporciona la información que precisas, como profesor o como padre, para darles a los alumnos o a tus hijos la fe en sí mismos que necesitan y deberían tener; para asentarlos en un camino que los lleve a tener una mentalidad matemática, independientemente de las experiencias que hayan tenido con anterioridad. Este nuevo camino implica un cambio en la forma en que se ven a sí mismos y también en la forma en que abordan las matemáticas, como irás viendo.

Aunque no esté diciendo que todo el mundo nazca con el mismo cerebro, *sí* estoy diciendo que no existe un «cerebro matemático» o un «don para las matemáticas», como muchos creen. Nadie nace sabiendo matemáticas y nadie nace sin la capacidad

de aprender matemáticas. Desafortunadamente, las ideas sobre el talento natural están muy extendidas. Un equipo de investigadores indagó la medida en que los profesores universitarios albergaban ideas sobre el talento en relación con su materia y encontró algo muy significativo (Leslie, Cimpian, Meyer y Freeland, 2015): las matemáticas eran la materia cuyos profesores tenían las ideas más fijas sobre quién podría aprenderla. Además, los investigadores descubrieron que cuanto más se valoraba el talento en un campo, menos *doctoras* había en ese campo, y que las creencias específicas predominantes en los treinta campos que investigaron estaban correlacionadas con la cantidad de mujeres que había en esos campos. La razón por la que hay menos mujeres en los campos donde los profesores creen que solo los «talentosos» pueden prosperar es que siguen predominando los estereotipos relativos a quién debería formar parte de ellos, como se describe en el capítulo seis. Es imperativo para nuestra sociedad que pasemos a tener una visión más equitativa y fundamentada del aprendizaje de las matemáticas en nuestras conversaciones y en el trabajo con los alumnos. Estas conversaciones y este trabajo deben reflejar la nueva ciencia del cerebro y transmitir a todos que todo el mundo puede aprender matemáticas sin problema, no solo los que se cree que tienen el «don». Esta podría ser la clave para inaugurar un futuro diferente, uno en el que el trauma asociado a las matemáticas sea cosa del pasado y los estudiantes de todos los orígenes tengan la oportunidad de recibir una enseñanza de calidad en este ámbito.

Los estudios de Carol Dweck y sus colegas revelaron que alrededor del 40 % de los niños tenían una mentalidad fija perjudicial; creían que la inteligencia es un don que se tiene o no se tiene. Otro 40 % de los alumnos tenían una mentalidad de crecimiento. El 20 % restante oscilaban entre las dos mentalidades (Dweck, 2006b). Es más probable que los estudiantes que tienen una mentalidad fija se rindan fácilmente, y que los que tienen una mentalidad de crecimiento sigan adelante incluso cuando el trabajo sea duro; optan por perseverar y mostrar lo que Angela Duckworth ha denominado «agallas» (Duckworth y Quinn, 2009). En un estudio, se hizo una encuesta a alumnos de séptimo grado (equivalente a primero de ESO) para medir su mentalidad, y luego los investigadores les hicieron un seguimiento durante dos años para monitorizar sus logros en el campo de las matemáticas. Los resultados fueron muy reveladores, ya que las calificaciones de los estudiantes que tenían una mentalidad fija se mantuvieron constantes, mientras que las de aquellos que tenían una mentalidad de crecimiento no pararon de mejorar (Blackwell *et al.*, 2007) (ver la figura 1.1).

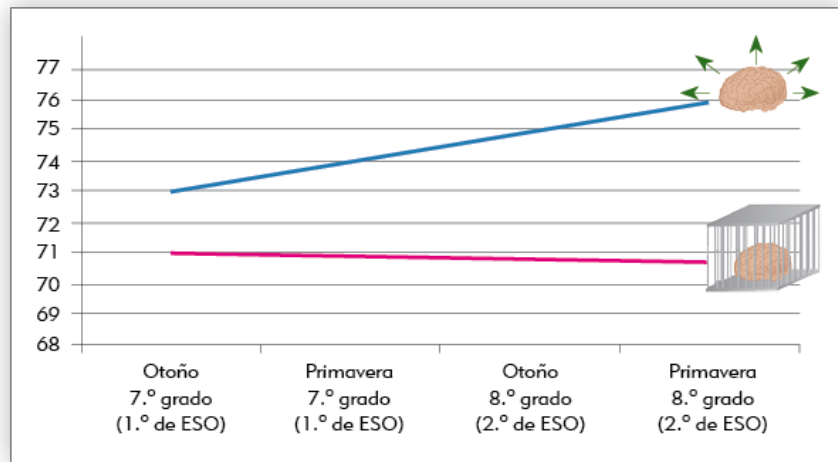


FIGURA 1.1. Los estudiantes que tienen una mentalidad de crecimiento obtienen mejores resultados en matemáticas que los que tienen una mentalidad fija.
Fuente: Blackwell *et al.*, 2007.

En otros estudios, los investigadores han demostrado que los escolares (y los adultos) pueden cambiar la mentalidad fija por la de crecimiento, y que cuando ocurre esto, pasan a enfocar el aprendizaje de forma significativamente más positiva y sus calificaciones mejoran sustancialmente (Blackwell *et al.*, 2007). También tenemos nuevas pruebas, que reviso en el capítulo dos, de que los estudiantes que tienen una mentalidad de crecimiento dan muestras de una actividad cerebral más positiva cuando cometen errores; se les iluminan más regiones del cerebro y ponen más atención a los errores y la corrección de estos (Moser, Schroder, Heeter, Moran y Lee, 2011).

No necesitaba más pruebas para convencerme de lo importante que es ayudar a los estudiantes, y a los adultos, a desarrollar una mentalidad de crecimiento en relación con las matemáticas en particular, pero recientemente me encontré sentada con el equipo del Programa Internacional para la Evaluación de los Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en París, explorando con ellos el increíble conjunto de datos de los que disponen, obtenidos de trece millones de estudiantes de todo el mundo. El equipo del PISA realiza pruebas internacionales cada cuatro años, y los resultados se notifican a los medios de comunicación de todo el mundo. Los resultados de estas pruebas a menudo hacen sonar las alarmas por todo Estados Unidos, y por una buena razón: en las últimas, Estados Unidos ocupaba el puesto 36, entre los sesenta y cinco países de la OCDE, en cuanto a rendimiento académico en el campo de las matemáticas (PISA, 2012), un resultado que habla, como muchos otros, de la

increíble necesidad que hay de reformar la enseñanza y el aprendizaje de esta materia en este país (y en muchos otros). Pero el equipo del PISA no solo realiza pruebas de matemáticas; también encuesta a los estudiantes para obtener información sobre sus ideas y creencias relativas a las matemáticas y sobre su mentalidad. Me invitaron a trabajar con este equipo después de que algunos de sus miembros hicieron el curso en línea que había impartido el verano anterior. Uno de ellos fue Pablo Zoido, un español de voz suave que dedica pensamientos profundos al aprendizaje de las matemáticas y tiene una experiencia considerable en el trabajo con conjuntos de datos gigantescos. Pablo es analista del PISA, y cuando él y yo exploramos los datos, vimos algo asombroso: que los estudiantes que obtienen mejores calificaciones en todo el mundo son los que tienen una mentalidad de crecimiento, y superan a los otros alumnos por el equivalente a más de un año en el campo de las matemáticas (ver la figura 1.2).

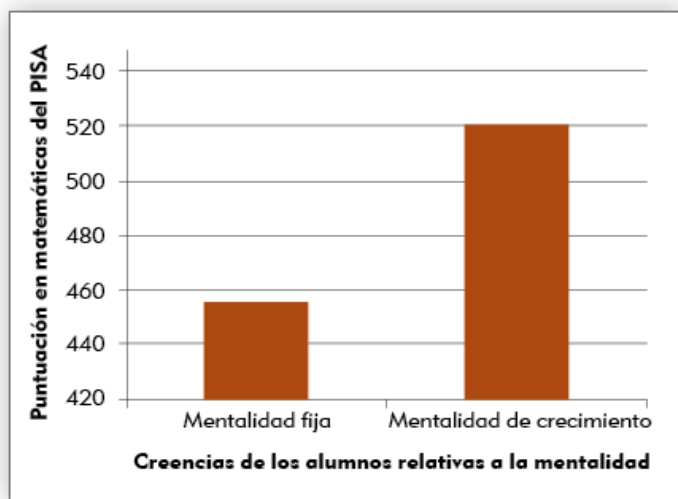


FIGURA 1.2. Mentalidad y matemáticas.

Fuente: PISA, 2012.

El pensamiento dañino de la mentalidad fija, aquel en virtud del cual los estudiantes creen que son inteligentes o no lo son, está presente en todos los niveles de logros, y algunos de los alumnos más perjudicados por estas creencias son niñas que obtienen calificaciones altas (Dweck, 2006a). Resulta que incluso creer que *eres* inteligente, uno de los mensajes de la mentalidad fija, es perjudicial, ya que los estudiantes que albergan esta creencia están menos dispuestos a abordar tareas o temas más difíciles, porque temen cometer errores y que dejen de considerarlos inteligentes. En cambio, los estudiantes que tienen una mentalidad de crecimiento asumen las tareas difíciles y estiman que los errores constituyen un desafío y una

motivación para dar más de sí. La alta prevalencia de la mentalidad fija entre las niñas es uno de los motivos por los que se autoexcluyen de las materias STEM (ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería). Esto no solo reduce sus posibilidades en la vida, sino que también empobrece estas disciplinas, que necesitan el pensamiento y las perspectivas que aportan las niñas y las mujeres (Boaler, 2014a).

Una razón por la que tantos estudiantes tienen una mentalidad fija son los elogios que reciben por parte de los padres y los profesores. Cuando los estudiantes reciben un «elogio fijo» —por ejemplo, cuando se les dice que son inteligentes cuando hacen algo bien—, pueden sentirse bien al principio, pero cuando cometen errores más tarde (y a todos les ocurre), piensan que esto significa que no son tan inteligentes después de todo. En un estudio reciente, los investigadores descubrieron que los elogios que les dan los padres a sus hijos entre el momento del nacimiento y los tres años permite predecir cuál será su mentalidad cinco años después (Gunderson *et al.*, 2013). Y el impacto de las alabanzas que reciben los alumnos puede ser tan fuerte que afecte a su comportamiento de forma inmediata. En uno de los estudios de Carol, los investigadores pidieron a cuatrocientos estudiantes de quinto de primaria que hiciesen una prueba fácil y poco extensa, en la que casi todos obtuvieron buenos resultados. A la mitad de los niños los alabaron por «ser realmente inteligentes», y a la otra mitad se los felicitó por «haber trabajado muy duro». A continuación se pidió a los niños que hicieran una segunda prueba; se les dio a elegir entre una que era bastante sencilla, con la que no tendrían problemas, u otra más difícil, en la que podrían cometer errores. El 90 % de los que habían recibido elogios por su esfuerzo eligieron la prueba más difícil; en cambio, la mayoría de los que habían sido alabados por ser inteligentes optaron por la prueba fácil (Mueller y Dweck, 1998).

Los elogios hacen sentir bien a quien los recibe, pero cuando se elogia a alguien por lo que es como persona («Eres muy inteligente») en lugar de por lo que ha hecho («Este trabajo es increíble»), lo que recibe es que el grado de su capacidad está establecido y es inamovible. Decirles a los alumnos que son inteligentes los predispone a tener problemas más adelante. A medida que van pasando por la escuela y la vida y van fallando en muchas tareas, lo cual es perfectamente natural, se van autoevaluando y van decidiendo qué indica sobre su inteligencia aquello con lo que se van encontrando. En lugar de elogiar a los estudiantes por ser inteligentes, o por cualquier otra cualidad personal, es mejor darles mensajes como «es genial que hayas aprendido esto» o «has pensado de una forma realmente profunda sobre esto».

Nuestros sistemas educativos se han visto impregnados por la idea tradicional de que algunos alumnos no están preparados, por razón de sus capacidades, para lidiar con las matemáticas a ciertos niveles. Sorprendentemente, un grupo de profesores de

matemáticas de enseñanza secundaria de un centro educativo que he conocido hace poco escribió a la junta directiva argumentando que algunos alumnos nunca podrían aprobar el segundo curso de Álgebra. Citaron, en particular, a los estudiantes pertenecientes a minorías con bajos niveles de ingresos; argumentaron que esos alumnos no podrían aprender álgebra a menos que rebajaran la exigencia del plan de estudios. Este pensamiento racista y discriminador debe ser desterrado de las escuelas. La carta escrita por esos maestros se publicó en los periódicos locales y terminó utilizándose en la legislatura estatal como un ejemplo de la necesidad que hay de escuelas autónomas (Noguchi, 2012). La carta sorprendió a muchas personas, pero desafortunadamente la idea de que algunos estudiantes no pueden aprender matemáticas de nivel alto es compartida por muchos. El pensamiento discriminador puede adoptar todo tipo de formas y, a veces, refleja una verdadera preocupación por los estudiantes; por ejemplo, muchas personas creen que estos deben pasar por una determinada etapa de desarrollo antes de estar preparados para abordar ciertos contenidos matemáticos. Pero estas ideas también están obsoletas, ya que los alumnos están preparados en relación directa con las experiencias que han tenido, y si no están en el nivel requerido, pueden alcanzarlo fácilmente por medio de las experiencias correctas, las altas expectativas de los demás y una mentalidad de crecimiento. No hay un ritmo predeterminado asociado al aprendizaje de las matemáticas, lo cual significa que no es cierto que si no han alcanzado cierta edad o madurez emocional no pueden aprender algo de matemáticas. Es posible que haya estudiantes que no estén preparados para abordar ciertas cuestiones matemáticas porque aún necesiten aprender algunos contenidos más básicos, previos, pero no porque su cerebro no pueda desarrollar las conexiones pertinentes debido a su edad o grado de madurez. Cuando los estudiantes necesitan establecer nuevas conexiones, pueden aprenderlas.

Para muchos de nosotros, apreciar la importancia de las mentalidades matemáticas y desarrollar la perspectiva y las estrategias destinadas a cambiar la mentalidad de los alumnos implica reflexionar cuidadosamente sobre nuestro propio aprendizaje y nuestra relación con las matemáticas. Muchos de los maestros de primaria con los que he trabajado, algunos de los cuales hicieron mi curso en línea, me han dicho que las ideas que les di sobre el cerebro, el potencial y la mentalidad de crecimiento les han cambiado la vida. Lo que aprendieron hizo que desarrollaran una mentalidad de crecimiento en relación con las matemáticas, que pasaran a abordar esta materia con confianza y entusiasmo y que transmitieran todo esto a sus alumnos. Esto suele ser especialmente importante para los maestros de primaria, porque a muchos de ellos se les dijo, en algún momento de su propio aprendizaje, que no saldrían adelante con las matemáticas, o que no eran para ellos. Muchos enseñan esta asignatura albergando

sus propios miedos en relación con esta materia. Las investigaciones que he compartido con docentes de estas características los han ayudado a superar este miedo y los han llevado a abordar las matemáticas de otra manera. En un estudio importante, Sean Beilock y sus colegas encontraron que el alcance de las emociones negativas que los maestros de primaria albergaban respecto a las matemáticas permitía predecir el rendimiento de sus alumnas, pero no de sus alumnos (Beilock, Gunderson, Ramírez y Levine, 2009). Esta diferencia de género probablemente se debe a que las niñas se identifican con sus maestras, especialmente en la enseñanza primaria. De ese modo, asumen rápidamente los mensajes negativos de las maestras relativos a las matemáticas, mensajes que dan, muchas veces, en un intento de mostrar empatía con el alumnado; son declaraciones del tipo «sé que esto es muy difícil, pero intentemos hacerlo», «las matemáticas se me daban mal en la escuela» o «nunca me gustaron las matemáticas». Este estudio también destaca el vínculo existente entre los mensajes que dan los maestros y el rendimiento académico de sus estudiantes.

Dondequiera que te halles en tu propio viaje en el terreno de las mentalidades, ya sea que estas ideas sean nuevas para ti o que seas un experto en este ámbito, espero que los datos y las ideas que ofrezco en este libro os ayuden a ti y a tus alumnos a ver las matemáticas, de cualquier nivel, como accesibles y agradables. En los próximos capítulos, del segundo al octavo, presentaré las muchas estrategias que he recopilado a lo largo de años de investigación y experiencias prácticas en las aulas para fomentar la mentalidad de crecimiento en clase y en el hogar en relación con las matemáticas. Estas estrategias brindarán a los alumnos las experiencias que les permitirán desarrollar unas mentalidades matemáticas fuertes.