

JO BOALER

PREFÁCIO DE CAROL DWECK

mentalidades **matemáticas**

estimulando o potencial dos estudantes
por meio da matemática criativa, das
mensagens inspiradoras e do ensino inovador

Tradução

Daniel Bueno

Revisão técnica

Fernando Amaral Carnáuba

*Mestre em Economia Aplicada à Educação
pela Universidade de São Paulo (USP)*

Isabele Veronese

*Mestre em Língua Portuguesa pela
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)*

Patrícia Cândido

*Mestre em Arte pela Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Membro do Corpo Técnico do Instituto Sidarta*

Reimpressão



Instituto Sidarta

2018



B662m Boaler, Jo.

Mentalidades matemáticas : estimulando o potencial dos estudantes por meio da matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador / Jo Boaler ; tradução: Daniel Bueno ; revisão técnica: Fernando Amaral Carnaúba, Isabele Veronese, Patrícia Cândido. – Porto Alegre : Penso, 2018.

xvi, 256 p. : il. color. ; 25 cm.

ISBN 978-85-8429-113-7

1. Matemática. 2. Ensino fundamental. 3. Ensino médio. 4. Educação matemática. I. Título.

CDU 51:37

Catálogo na publicação: Poliana Sanchez de Araujo – CRB 10/2094

Introdução: o poder da mentalidade

Recordo-me claramente daquela tarde de outono em que me sentei com minha chefe de departamento em seu escritório, esperando pelo que viria a se revelar uma reunião muito importante. Eu havia voltado da Inglaterra para a Stanford University, onde fui Professora Marie Curie de Educação Matemática. Eu ainda estava me acostumando com a mudança dos céus nublados que pareciam constantemente me acompanhar durante os três anos em que fiquei na costa de Sussex, na Inglaterra, para a luz do sol que brilha no *campus* de Stanford quase o tempo todo. Entrei na sala da chefe do departamento, naquele dia, com certa expectativa, pois iria conhecer Carol Dweck. Eu estava um pouco nervosa por encontrar a célebre pesquisadora cujos livros sobre mentalidade tinham revolucionado a vida das pessoas, atravessando continentes, e cuja obra tinha levado governos, escolas, pais e até equipes esportivas importantes a encarar a vida e a aprendizagem de maneira diferente.

Durante muitos anos, Carol e suas equipes de pesquisa haviam coletado dados que sustentavam uma descoberta clara: todas as pessoas têm uma mentalidade, uma crença essencial sobre seu modo de aprender (DWECK, 2006b). As pessoas com mentalidade de crescimento são aquelas que acreditam que a inteligência aumenta com trabalho árduo, ao passo que aquelas com mentalidade fixa acreditam que você pode aprender coisas, mas não pode mudar seu nível básico de inteligência. As mentalidades têm importância crítica porque pesquisas demonstram que elas levam a comportamentos de aprendizagem diferentes, os quais, por sua vez, criam diferentes resultados de aprendizagem para os alunos. Quando as pessoas mudam suas mentalidades e

começam a acreditar que podem aprender em níveis mais altos, elas alteram suas rotas de aprendizagem (BLACKWELL; TRZESNIEWSKI; DWECK, 2007) e aumentam o nível de suas realizações, como contarei neste livro.

Em nossa conversa, naquele dia, perguntei a Carol se ela tinha pensado em trabalhar com professores e estudantes de matemática, pois eu sabia que intervenções de mentalidade aplicadas aos estudantes dão a eles suporte, mas os professores de matemática têm potencial para impactar profundamente a aprendizagem dos alunos de maneira duradoura. Carol respondeu com entusiasmo e concordou comigo que a matemática era a disciplina que mais necessitava de uma remodelagem de mentalidade. Aquela foi a primeira das muitas conversas e colaborações agradáveis que ocorreriam nos quatro anos seguintes – o que, agora, inclui trabalhar em conjunto em projetos de pesquisa com professores de matemática e apresentar nossa pesquisa e ideias em *workshops*. O trabalho com mentalidade e matemática nos últimos anos me ajudou a desenvolver uma profunda apreciação pela necessidade de ensinar aos estudantes sobre mentalidade *dentro* da matemática, mais do que em geral. Os estudantes têm ideias rão fortes, e muitas vezes negativas, sobre matemática que eles podem desenvolver uma mentalidade de crescimento sobre quase tudo em suas vidas, mas ainda acreditar que eles ou são capazes de ter bom desempenho em matemática ou não. Para mudar essas crenças negativas, os estudantes precisam desenvolver mentalidade matemática, e este livro vai ensinar aos professores maneiras de encorajá-los.

As mentalidades fixas que muitas pessoas têm sobre matemática, geralmente combinadas com

outras crenças negativas, têm um efeito devastador. Por isso é tão importante dividir com os aprendizes o novo conhecimento que temos sobre matemática e aprendizagem que exponho neste livro. Recentemente, compartilhei algumas dessas ideias em uma aula *on-line* para professores e pais – o que passou a ser chamado de MOOC (do inglês *Massive Open Online Course*, ou sólido curso, aberto e *on-line*) – e os resultados foram incríveis, superando minhas mais altas expectativas (STANFORD CENTER FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT, [201-?]).

Mais de 40 mil pessoas se inscreveram na aula – professores de todos os níveis e pais de alunos – e, ao final, 95% deles disseram que mudariam sua maneira de ensinar ou de ajudar suas crianças em função do novo conhecimento que haviam adquirido. Além disso, 65% dos participantes permaneceram no curso, e não os 5% que as MOOCs costumam reter. A impressionante resposta ao meu curso ocorreu porque o novo conhecimento sobre o cérebro e a aprendizagem de matemática é incrivelmente pujante e necessária.

Quando ministrei minha aula *on-line* e li todas as respostas dos participantes, percebi com mais firmeza do que nunca que muitas pessoas foram traumatizadas pela matemática. Além de descobrir o quanto o trauma é frequente, as evidências que colhi mostram que ele é alimentado por crenças incorretas a respeito da matemática e da inteligência. O trauma matemático e a ansiedade ante a matemática se mantêm vivos no íntimo das pessoas porque essas crenças incorretas são tão disseminadas que permeiam a sociedade nos Estados Unidos, no Reino Unido e em muitos outros países. Conscientizei-me da extensão do trauma com a matemática na época em que lancei meu primeiro livro para pais e professores, intitulado *What's Math Got to Do with It* nos Estados Unidos e *The Elephant in the Classroom* no Reino Unido.* O livro detalha as mudanças

de ensino e educação que precisamos fazer para que a matemática seja mais agradável e prática. Depois da publicação do livro, fui convidada por diferentes programas de rádio, nos dois lados do Atlântico, para conversar com os apresentadores sobre a aprendizagem de matemática. Eles variavam desde programas de conversas matinais até uma discussão aprofundada de 20 minutos com um âncora da PBS muito ponderosa e uma aparição em um programa de rádio bônico muito apreciado, o *Women's Hour*. Conversar com apresentadores de rádio foi uma experiência muito interessante. Eu iniciava a matéria das conversas sobre as mudanças que precisamos fazer, assinalando que a matemática traumatizou muitas pessoas. Essa declaração parecia tranquilizar os apresentadores, fazendo com que eles se abrissem e contassem suas histórias pessoais de trauma com a matemática. Minhas entrevistas se transformavam então em sessões de terapia, pois os profissionais, criativos e inteligentes, revelavam suas diversas histórias, geralmente desencadeadas por algo que um professor de matemática tinha dito ou feito.

Ainda me recordo de Kitty Dunne em *WV* consin, contando que a mãe de um filho – álgebra estava “gratidão e ingr” em vez de revelar a força das atitudes negativas que ela ainda sentia. Jane Curran da *WBC* também incrível por quem sendo uma matemática que me que tinha uma mãe de matemática que estava recusa em se mover e que é tanto contado de suas duas filhas que era muito em matemática na escola algo que não podia se fazer. Como disse, mas também não se vel de intensidade de ataques negativos em vez no da matemática não é mais mais do que quer outra disciplina, ela tem o poder de abater o moral dos estudantes e muitos adultos não superam suas experiências negativas nessa disciplina caso elas sejam negativas. Quando os alunos constroem a ideia de que não são bons para matemática, eles frequentemente mantêm uma relação negativa com ela pelo resto de suas vidas.

O trauma com matemática não ocorre apenas nos profissionais das áreas artísticas ou de entre-

* N. de E.: Em português, *O que a matemática tem a ver com isso?* e *O elefante na sala de aula*, ainda sem tradução no Brasil.

Introdução: o poder da mentalidade

Recordo-me claramente daquela tarde de outono em que me sentei com minha chefe de departamento em seu escritório, esperando pelo que viria a se revelar uma reunião muito importante. Eu havia voltado da Inglaterra para a Stanford University, onde fui Professora Marie Curie de Educação Matemática. Eu ainda estava me acostumando com a mudança dos céus nublados que pareciam constantemente me acompanhar durante os três anos em que fiquei na costa de Sussex, na Inglaterra, para a luz do sol que brilha no *campus* de Stanford quase o tempo todo. Entrei na sala da chefe do departamento, naquele dia, com certa expectativa, pois iria conhecer Carol Dweck. Eu estava um pouco nervosa por encontrar a célebre pesquisadora cujos livros sobre mentalidade tinham revolucionado a vida das pessoas, atravessando continentes, e cuja obra tinha levado governos, escolas, pais e até equipes esportivas importantes a encarar a vida e a aprendizagem de maneira diferente.

Durante muitos anos, Carol e suas equipes de pesquisa haviam coletado dados que sustentavam uma descoberta clara: todas as pessoas têm uma mentalidade, uma crença essencial sobre seu modo de aprender (Dweck, 2006b). As pessoas com mentalidade de crescimento são aquelas que acreditam que a inteligência aumenta com trabalho árduo, ao passo que aquelas com mentalidade fixa acreditam que você pode aprender coisas, mas não pode mudar seu nível básico de inteligência. As mentalidades têm importância crítica porque pesquisas demonstram que elas levam a comportamentos de aprendizagem diferentes, os quais, por sua vez, criam diferentes resultados de aprendizagem para os alunos. Quando as pessoas mudam suas mentalidades e

começam a acreditar que podem aprender em níveis mais altos, elas alteram suas rotas de aprendizagem (BLACKWELL; TRZESNIEWSKI; DWECK, 2007) e aumentam o nível de suas realizações, como contarei neste livro.

Em nossa conversa, naquele dia, perguntei a Carol se ela tinha pensado em trabalhar com professores e estudantes de matemática, pois eu sabia que intervenções de mentalidade aplicadas aos estudantes dão a eles suporte, mas os professores de matemática têm potencial para impactar profundamente a aprendizagem dos alunos de maneira duradoura. Carol respondeu com entusiasmo e concordou comigo que a matemática era a disciplina que mais necessitava de uma remodelagem de mentalidade. Aquela foi a primeira das muitas conversas e colaborações agradáveis que ocorreriam nos quatro anos seguintes – o que, agora, inclui trabalhar em conjunto em projetos de pesquisa com professores de matemática e apresentar nossa pesquisa e ideias em *workshops*. O trabalho com mentalidade e matemática nos últimos anos me ajudou a desenvolver uma profunda apreciação pela necessidade de ensinar aos estudantes sobre mentalidade *dentro* da matemática, mais do que em geral. Os estudantes têm ideias tão fortes, e muitas vezes negativas, sobre matemática que eles podem desenvolver uma mentalidade de crescimento sobre quase tudo em suas vidas, mas ainda acreditar que eles ou são capazes de ter bom desempenho em matemática ou não. Para mudar essas crenças negativas, os estudantes precisam desenvolver mentalidade matemática, e este livro vai ensinar aos professores maneiras de encorajá-los.

As mentalidades fixas que muitas pessoas têm sobre matemática, geralmente combinadas com

outras crenças negativas, têm um efeito devastador. Por isso é tão importante dividir com os aprendizes o novo conhecimento que temos sobre matemática e aprendizagem que exponho neste livro. Recentemente, compartilhei algumas dessas ideias em uma aula *on-line* para professores e pais – o que passou a ser chamado de MOOC (do inglês *Massive Open Online Course*, ou sólido curso, aberto e *on-line*) – e os resultados foram incríveis, superando minhas mais altas expectativas (STANFORD CENTER FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT, [201-?]).

Mais de 40 mil pessoas se inscreveram na aula – professores de todos os níveis e pais de alunos – e, ao final, 95% deles disseram que mudariam sua maneira de ensinar ou de ajudar suas crianças em função do novo conhecimento que haviam adquirido. Além disso, 65% dos participantes permaneceram no curso, e não os 5% que as MOOCs costumam reter. A impressionante resposta ao meu curso ocorreu porque o novo conhecimento sobre o cérebro e a aprendizagem de matemática é incrivelmente pujante e necessária.

Quando ministrei minha aula *on-line* e li todas as respostas dos participantes, percebi com mais firmeza do que nunca que muitas pessoas foram traumatizadas pela matemática. Além de descobrir o quanto o trauma é frequente, as evidências que colhi mostram que ele é alimentado por crenças incorretas a respeito da matemática e da inteligência. O trauma matemático e a ansiedade ante a matemática se mantêm vivos no íntimo das pessoas porque essas crenças incorretas são tão disseminadas que permeiam a sociedade nos Estados Unidos, no Reino Unido e em muitos outros países. Conscientizei-me da extensão do trauma com a matemática na época em que lancei meu primeiro livro para pais e professores, intitulado *What's Math Got to Do with It* nos Estados Unidos e *The Elephant in the Classroom* no Reino Unido.* O livro detalha as mudanças

de ensino e educação que precisamos fazer para que a matemática seja mais agradável e praticável. Depois da publicação do livro, fui convidada por diferentes programas de rádio, nos dois lados do Atlântico, para conversar com os apresentadores sobre a aprendizagem de matemática. Eles variavam desde programas de conversas matinais até uma discussão aprofundada de 20 minutos com um âncora da PBS muito ponderado e uma aparição em um programa de rádio britânico muito apreciado, o *Women's Hour*. Conversar com apresentadores de rádio foi uma experiência muito interessante. Eu iniciava a maioria das conversas sobre as mudanças que precisamos fazer, assinalando que a matemática traumatizou muitas pessoas. Essa declaração parecia tranquilizar os apresentadores, fazendo muitos deles se abrirem e contarem suas histórias pessoais de trauma com a matemática. Muitas das entrevistas se transformavam, então, em sessões de terapia, pois os profissionais, exímios e inteligentes, revelavam suas diversas histórias, geralmente desencadeadas por algo que um professor de matemática tinha dito ou feito.

Ainda me recordo de Kitty Dunne, em Wisconsin, contando que o nome de seu livro de álgebra estava “gravado a fogo” em seu cérebro, revelando a força das associações negativas que ela ainda sentia. Jane Garvey, da BBC, mulher incrível por quem tenho total admiração, disse-me que tinha tanto medo de matemática que estava receosa em me entrevistar e que já tinha contado às suas duas filhas que era terrível em matemática na escola (algo que você nunca deve fazer, como discutirei mais adiante). Esse nível de intensidade de emoções negativas em torno da matemática não é raro: mais do que qualquer outra disciplina, ela tem o poder de abater o moral dos estudantes, e muitos adultos não superam suas experiências escolares nessa disciplina caso elas sejam negativas. Quando os alunos constroem a ideia de que não são aptos para matemática, eles frequentemente mantêm uma relação negativa com ela pelo resto de suas vidas.

O trauma com matemática não reside apenas nos profissionais das áreas artísticas ou de entre-

* N. de E.: Em português, *O que a matemática tem a ver com isso?* e *O elefante na sala de aula*, ainda sem tradução no Brasil.

tenimento. O lançamento de meus livros levou-me a conhecer algumas pessoas incríveis, entre as quais uma das mais interessantes foi Vivien Perry, cientista reconhecida na Inglaterra. Recentemente, ela foi premiada com Order of the British Empire (OBE), a maior honraria que se pode receber no país, concedida pela rainha. Sua lista de realizações é longa, incluindo ser vice-presidente do conselho do University College, em Londres, além de membro do conselho de pesquisa médica e apresentadora dos programas de ciência da TV BBC. (Talvez surpreenda, considerando-se a carreira de Vivien, ela falar pública e abertamente sobre um medo paralisante de matemática. Vivien contou-me que ela tem tanto medo de matemática que não consegue calcular porcentagens quando precisa preencher documentos fiscais em casa). Nos meses que antecederam minha saída do Reino Unido e meu retorno à Stanford University, apresentei-me na Royal Institution, em Londres. Foi uma grande honra me apresentar em uma das instituições mais antigas e respeitadas da Grã-Bretanha, cujo objetivo é levar o conhecimento científico ao público. Todos os anos, na Grã-Bretanha, as Christmas Lectures, criadas por Michael Faraday em 1825, são televisionadas e, nelas, cientistas eminentes compartilham seu trabalho com o público. Eu havia pedido a Vivien que me apresentasse na Royal Institution e, durante aquela apresentação, ela revelou à audiência que, quando era criança, sua professora de matemática, a senhora Glass, a havia deixado de castigo em um canto da sala por não saber recitar a tabuada do sete. Ela então prosseguiu e fez a plateia rir ao contar que, quando compartilhara essa história na BBC, seis mulheres contataram a equipe do programa indagando: “Foi a senhora Glass da Escola Hoxbury?”. Vivien revelou que sim.

Felizmente, essas práticas de ensino cruéis estão quase extintas, e continuo sendo inspirada pela dedicação e compromisso da maioria dos professores de matemática com os quais trabalho. Mas sabemos que mensagens negativas e ruins ainda são passadas aos estudantes todos os dias – mensagens essas que não pretendem pre-

judicar, mas que sabemos que podem colocar os alunos em uma trajetória matemática prejudicial e duradoura. Tais trajetórias podem ser revertidas a qualquer momento, mas para muitos elas não são, afetando suas futuras experiências com a matemática. Mudar as mensagens que os estudantes recebem sobre matemática não é, infelizmente, tão simples quanto apenas modificar as palavras que professores e pais usam, embora as palavras sejam muito importantes. Os alunos também recebem e absorvem diversas mensagens indiretas sobre a matemática por meio de muitos aspectos relativos ao ensino da disciplina, como as questões nas quais trabalham nas aulas de matemática, o retorno que recebem, a maneira como são agrupados e outros aspectos do ensino em matemática que consideraremos juntos neste livro.

Vivien está convencida de que sofre de uma condição cerebral chamada discalculia, que a impede de ter êxito na matemática. Mas, hoje, sabemos que uma experiência ou mensagem pode mudar tudo para os estudantes (COHEN; GARCIA, 2014), e parece muito provável que as experiências matemáticas negativas de Vivien estejam na origem da ansiedade que ela sente diariamente ante a matemática. Vivien, felizmente para as muitas pessoas que se beneficiaram de seu trabalho, conseguiu ser bem-sucedida apesar de suas experiências com matemática, mesmo em um campo quantitativo. Todavia, a maioria das pessoas não tem a mesma sorte, e as primeiras experiências perniciosas que elas adquirem com a matemática fecham as portas para o resto da vida.

Todos sabemos que o trauma com a matemática existe e prejudica as pessoas; inúmeros livros foram dedicados ao assunto da ansiedade ante a matemática e às maneiras de ajudar as pessoas a superá-la (TOBIAS, 1978). Seria difícil estimar o número de pessoas em nosso planeta que foram prejudicadas pelo mau ensino dessa disciplina, mas as ideias negativas que predominam em relação a ela não provêm apenas de práticas de ensino inadequadas. Elas provêm de uma premissa que permeia muitas sociedades e está no cerne do fracasso e subdesempenho em matemática;

que apenas algumas pessoas podem ser boas na disciplina. Essa única crença – de que a matemática é um “dom” que algumas pessoas têm e outras não – é responsável por grande parte do generalizado fracasso em matemática no mundo.

Assim, de onde vem essa ideia prejudicial – notavelmente ausente em países como a China e o Japão, os melhores do mundo em termos de desempenho em matemática? Tenho a sorte de ter duas filhas que, neste momento, estão no 4º e 7º anos do ensino fundamental na Califórnia. Isso significa que, atualmente, tenho o duplo prazer de pegar relances da programação de TV para pré-adolescentes. Isso tem sido muito esclarecedor – e preocupante –, pois não há um dia sem que a matemática apareça em um desses programas de maneira negativa. A matemática é representada como uma disciplina muito difícil, desinteressante, inacessível e apenas para “nerds”; ela não é para pessoas legais e encantadoras, e não é para meninas. Não é de se estranhar que tantas crianças nas escolas desliguem-se da matemática e acreditem que não possam ser bem-sucedidas.

A ideia de que apenas algumas pessoas sabem matemática está profundamente incrustada na psique norte-americana e britânica. A matemática é especial nesse sentido, e as pessoas têm ideias sobre matemática que elas não têm sobre qualquer outra disciplina. Muitas pessoas dizem que a matemática é diferente porque ela é uma disciplina de respostas certas e erradas, mas isso é incorreto, e parte da mudança que precisamos ver acontecer é o reconhecimento da sua natureza criativa e interpretativa. A matemática é uma disciplina muito ampla e multidimensional, e requer raciocínio, criatividade, estabelecimento de conexões e interpretação de métodos; ela é um conjunto de ideias que ajudam a iluminar o mundo e está em constante mudança. As questões que envolvem devem encorajar e reconhecer as diversas formas de ver essa disciplina e os variados caminhos que as pessoas seguem para resolver problemas. Quando essas mudanças acontecem, os estudantes interagem com a matemática de uma maneira melhor e mais profunda.

Outra concepção errônea sobre a matemática, que é onipresente e ruim – e incorreta –, é que as pessoas que sabem fazer cálculos são as mais espertas ou inteligentes. Isso torna o fracasso em matemática especialmente devastador para os estudantes, pois eles o interpretam como indicativo de que não são inteligentes. Precisamos desfazer esse mito. O peso combinado de todas as diferentes ideias errôneas sobre matemática que prevalecem na sociedade é devastador para muitas crianças: elas acreditam que a capacidade para aprender matemática é um sinal de inteligência, que a matemática é um dom e que, se elas não têm esse dom, além de serem ruins em matemática, são também pessoas sem inteligência e incapazes de serem bem-sucedidas na vida.

Enquanto escrevo este livro, fica claro que o mundo está desenvolvendo uma grande apreciação e compreensão da importância da mentalidade. O livro de Carol Dweck foi traduzido em mais de 20 idiomas (DWECK, 2006b), e o interesse pelo impacto da mentalidade continua crescendo. O que é menos conhecido é como as ideias de mentalidade são infundidas em toda a matemática e como os professores dessa disciplina e pais podem transformar as ideias, experiências e chances de vida dos alunos abordando matemática com uma mentalidade de crescimento. Intervenções de mentalidade podem ser úteis para mudar a mentalidade dos estudantes: mas, se eles retornam às aulas e às lições de casa de matemática da mesma maneira que sempre fizeram, aquela mentalidade de crescimento sobre matemática pouco a pouco se desgasta. As ideias que compartilho com professores e pais e exponho neste livro incluem prestar atenção às perguntas e tarefas nas quais os alunos trabalham, o modo como professores e pais encorajam ou avaliam os alunos, as formas de agrupamento usadas nas salas de aula, a forma de lidar com erros, as normas desenvolvidas nas salas de aula, as mensagens sobre matemática que podemos transmitir aos estudantes e as estratégias que eles aprendem para abordar a matemática – finalmente, a totalidade da experiência de ensino e aprendizagem de matemática. Estou empolado

da por compartilhar esse novo conhecimento e confiante de que ele vai ajudar você e qualquer pessoa com quem você trabalha em matemática.

No próximo capítulo, vou expor algumas ideias fascinantes e importantes que emergiram da pesquisa nos últimos anos. Nos oito capítulos a seguir, focarei nas estratégias que podem ser usadas em sala de aula e em casa para implementar as ideias que exponho nos dois primeiros capítulos. Recomendo fortemente a leitura de todos os capítulos, pois pular para as estratégias não será proveitoso se as ideias subjacentes não forem bem compreendidas.

Nos meses que seguiram o lançamento da minha MOOC para professores e pais, recebi milhares de cartas, *e-mails* e outras mensagens

de pessoas contando-me sobre as mudanças que efetuaram em suas salas de aula e lares, e o impacto que elas tiveram nos alunos. Mudanças relativamente pequenas no ensino e na educação podem mudar a trajetória matemática dos alunos, porque o novo conhecimento que temos sobre o cérebro, a mentalidade e a aprendizagem de matemática é verdadeiramente revolucionário. Este livro é sobre a criação de *mentalidades matemáticas* por meio de um novo tipo de ensino e educação que, em seu âmago, envolve crescimento, inovação, criatividade e realização do potencial matemático. Obrigado por me acompanhar e por dar passos em uma trajetória que pode mudar para sempre sua relação e a relação de seus alunos com a matemática.

O CÉREBRO E A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Na última década, vimos o surgimento de tecnologias que deram aos pesquisadores novo acesso aos mecanismos da mente e do cérebro. Hoje, os cientistas podem estudar crianças e adultos trabalhando em matemática e observar sua atividade cerebral; podem examinar o crescimento e a degeneração cerebral, bem como o impacto de diferentes condições emocionais na atividade do cérebro. Uma área que surgiu em anos recentes e impressionou os cientistas é a “plasticidade cerebral”. Costumava-se acreditar que os cérebros com os quais as pessoas nasciam não poderiam ser alterados, mas essa ideia agora foi inequivocamente refutada. Sucessivos estudos demonstraram a incrível capacidade do cérebro de crescer e mudar em um período muito curto (ABIOLA;

DHINDSA, 2011; MAGUIRE; WOOLLETT; SPIERS, 2006; WOOLLETT; MAGUIRE, 2011).

(Quando aprendemos uma nova ideia, uma corrente elétrica dispara em nossos cérebros, passando por sinapses e ligando diferentes áreas cerebrais (Fig. 1.1).

Se você aprende algo em profundidade, a atividade sináptica cria conexões duradouras em seu cérebro, formando caminhos estruturais. Contudo, se você visita uma ideia apenas uma vez ou de uma maneira superficial, as conexões sinápticas podem ser apagadas, como sulcos feitos na areia. As sinapses disparam quando a aprendizagem acontece, mas a aprendizagem não acontece somente nas salas de aula ou por meio de leitura de livros. As sinapses também disparam

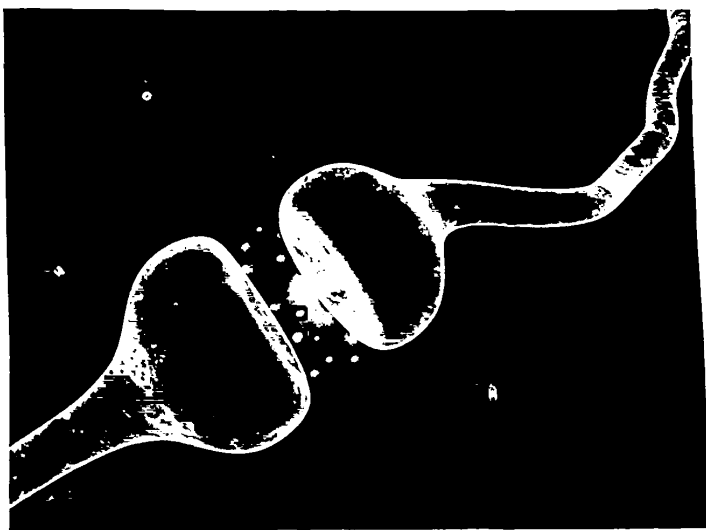


Figura 1.1 Uma sinapse dispara.

quando conversamos, jogamos ou construímos brinquedos e durante muitas outras experiências.)

Um conjunto de descobertas que fizeram os cientistas mudarem o que pensavam sobre capacidade e aprendizagem veio de uma pesquisa sobre o crescimento cerebral ocorrido em motoristas de táxis em Londres. Sou da Inglaterra e já viajei de táxi para Londres muitas vezes. Ainda guardo lembranças das emocionantes viagens diurnas que minha família e eu fazíamos a Londres quando eu era criança, de nossa casa que ficava a algumas horas de distância. Quando adulta, estudei e trabalhei no King's College da University of London, e tive muito mais oportunidades de andar de táxi em Londres. Diversos tipos de táxi funcionam na área de Londres, mas o "rei" dos táxis londrinos é o táxi preto (Fig. 1.2).

Na maioria das minhas corridas em táxis pretos em Londres, eu não fazia ideia do quanto os taxistas eram qualificados. Para se tornar motorista de um táxi preto em Londres, os candidatos precisam estudar de dois a quatro anos e, durante esse tempo, memorizar incríveis 25 mil ruas e 20 mil monumentos em um raio de 25 milhas a partir da Charing Cross, no centro da cidade. Aprender a orientar-se na cidade de Londres é consideravelmente mais difícil do que aprender a orientar-se na maioria das cidades dos Estados Unidos, pois Londres não foi construída sobre uma estrutura quadriculada e compreende milhares de ruas entrelaçadas e interligadas (Fig. 1.3).

Ao fim de seu período de treinamento, os motoristas de táxis pretos fazem uma prova

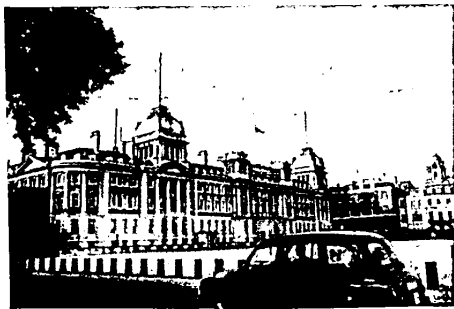


Figura 1.2 O táxi preto de Londres.



Figura 1.3 Mapa de Londres.

que, de maneira simples e elegante, é chamada de "O Conhecimento". Se você anda em um táxi preto em Londres e pergunta ao motorista sobre "O Conhecimento", ele geralmente fica contente em agradá-lo com histórias sobre a dificuldade da prova e seu período de treinamento. "O Conhecimento" é considerado um dos cursos mais exigentes do mundo, e, em média, os candidatos fazem a prova 12 vezes antes de passar.

No início da década de 2000, cientistas escolheram estudar os motoristas de táxis pretos londrinos para procurar mudanças cerebrais oriundas de seus anos de treinamento espacial complexo, mas não esperavam resultados tão surpreendentes. Os pesquisadores constataram que, no fim do período de treinamento, o hipocampo dos cérebros dos taxistas havia crescido significativamente (MAGUIRE; WOOLLETT; SPIERS, 2006; WOOLLETT; MAGUIRE, 2011). O hipocampo é a área cerebral especializada na aquisição e no uso de informações espaciais (Fig. 1.4).

Em outros estudos, cientistas compararam o crescimento cerebral dos motoristas de táxis pretos ao dos motoristas de ônibus londrinos. Os motoristas de ônibus aprendem apenas rotas simples e singulares, e os estudos mostraram que eles não apresentaram o mesmo crescimento cerebral (MAGUIRE; WOOLLETT; SPIERS, 2006). Isso confirmou a conclusão dos cientistas de que o treinamento excepcionalmente complexo dos motoristas de táxis pretos era a razão de seu crescimento cerebral surpreendente. Em um estudo adicional, cientistas constataram que, depois que

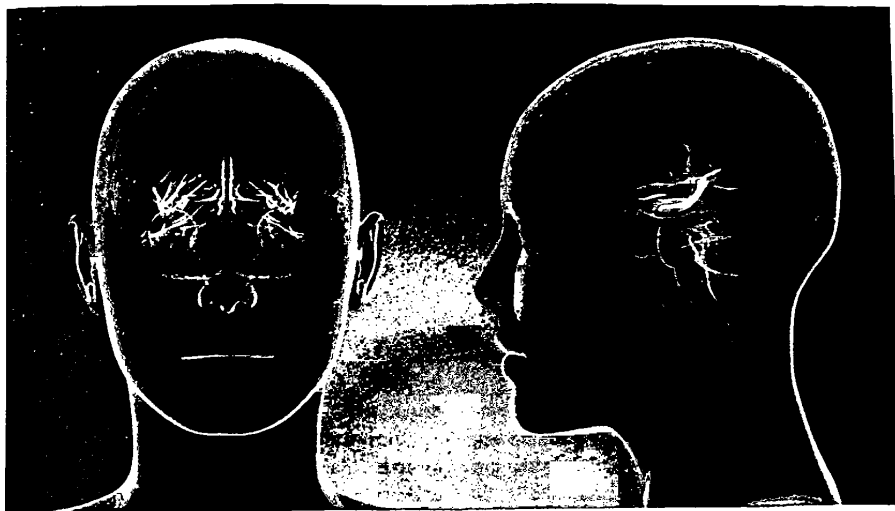


Figura 1.4 O hipocampo.

os motoristas de táxis pretos se aposentaram, o hipocampo deles voltou ao tamanho anterior (WOOLLETT; MAGUIRE, 2011).

Os estudos conduzidos com motoristas de táxis pretos, que agora são muitos (MAGUIRE; WOOLLETT; SPIERS, 2006; WOOLLETT; MAGUIRE, 2011), mostraram um grau de flexibilidade cerebral, ou plasticidade, que impressionou os cientistas. Anteriormente, eles não tinham pensado que o grau de crescimento cerebral que mediram fosse possível. No mundo científico, isso levou a uma mudança no pensamento sobre a aprendizagem, a “capacidade” e a possibilidade de o cérebro mudar e crescer.

Na época em que os estudos a respeito dos táxis pretos estavam surgindo, algo aconteceu que sacudiu ainda mais o mundo científico. Uma menina de nove anos, Cameron Mott, vinha sofrendo convulsões que os médicos não conseguiam controlar. Seu médico, o doutor George Jello, propôs algo radical. Ele decidiu remover a metade do cérebro da menina, todo o hemisfério esquerdo. A operação foi revolucionária e essencialmente bem-sucedida. Nos dias que sucederam à cirurgia, Cameron ficou paralisada. Os

médicos previam que ela ficaria incapacitada por muitos anos, pois o lado esquerdo do cérebro controla os movimentos físicos. Mas conforme as semanas e meses passaram, ela surpreendeu os médicos recuperando função e movimento, o que só podia significar uma coisa: o lado direito de seu cérebro estava desenvolvendo as conexões que necessitava para realizar as funções do lado esquerdo. Os médicos atribuíram isso à incrível plasticidade cerebral e só puderam concluir que o cérebro tinha, com efeito, “recrescido”. O novo crescimento cerebral acontecera mais rápido do que os médicos imaginavam ser possível. Agora, Cameron corre e brinca com outras crianças, e um ligeiro mancar é o único vestígio de sua significativa perda cerebral (CELIZIC, 2010).

As novas descobertas de que o cérebro pode crescer, adaptar-se e mudar chocaram o mundo científico e geraram novos estudos sobre o cérebro e a aprendizagem, possibilitados pelo uso de novas tecnologias e equipamentos de escaneamento cerebral, que estão em contínuo desenvolvimento. Em um estudo que acredito ser altamente significativo para os que trabalham em

educação, os pesquisadores do National Institute for Mental Health deram aos participantes um exercício de 10 minutos, no qual eles deveriam trabalhar diariamente durante três semanas. Os pesquisadores compararam os cérebros das pessoas que receberam o treinamento com o das que não receberam. Os resultados indicaram que as pessoas que trabalharam em um exercício alguns minutos por dia apresentaram mudanças cerebrais estruturais. Os cérebros dos participantes foram “reprogramados” e cresceram em resposta a uma tarefa mental de 10 minutos realizada diariamente durante 15 dias úteis (KARNI et al., 1998). Tais resultados devem estimular os educadores a abandonar a ideia de rigidez do cérebro e da aprendizagem atualmente presente nas escolas – a concepção de que as crianças são inteligentes ou burras, rápidas ou lentas. Se os cérebros podem mudar em três semanas, imagine o que pode acontecer em um ano de aulas de matemática se os alunos receberem os materiais certos e mensagens positivas sobre seu potencial e sua capacidade. O Capítulo 5 explicará a natureza das melhores tarefas matemáticas nas quais os alunos devem trabalhar para experienciar esse crescimento cerebral.

As novas evidências da neurociência revelam que todas as pessoas, com a mensagem e o ensino adequados, podem ser bem-sucedidas em matemática e todos podem ter altos níveis de aprendizagem na escola. Existem algumas crianças que têm necessidades educacionais muito especiais as quais dificultam sua aprendizagem em matemática, mas para a maioria das crianças – cerca de 95% – qualquer nível de matemática escolar está a seu alcance. E o potencial do cérebro para crescer e mudar é igualmente forte em crianças com necessidades especiais. Pais e professores precisam conhecer essa importante informação. Quando menciono essas evidências a professores em *workshops* e apresentações, nem todos sentem-se encorajados e inspirados. Recentemente, estive com um grupo de professores, e um professor de matemática do ensino médio sentiu-se claramente perturbado pela ideia. Ele disse: “Você não está me dizendo que *qualquer* aluno do 6º ano do ensino fundamental, em minha escola, poderia fazer cálculos da 3ª série do

ensino médio, está?”.* Quando eu disse: “Isso é exatamente o que eu estou dizendo”, pude perceber que ele estava realmente perturbado pela ideia, embora, para seu crédito, ele não a estivesse rejeitando cabalmente. Alguns professores acham difícil aceitar o fato de que qualquer pessoa pode aprender matemática em altos níveis, especialmente se passaram muitos anos decidindo quem é e quem não é capaz de aprender matemática e ensinando em conformidade com isso. Evidentemente, alunos de 6º ano tiveram muitas experiências e mensagens desde o nascimento que retardaram alguns, e há alunos que podem chegar ao 6º ano com menos conhecimento matemático do que outros, mas isso não significa que eles não possam acelerar e alcançar os níveis mais altos – eles podem, se receberem ensino de alta qualidade e a ajuda que todas as crianças merecem.

Frequentemente, as pessoas perguntam se eu estou dizendo que todo mundo nasce com o mesmo cérebro. Não estou. O que estou dizendo é que as eventuais diferenças cerebrais com as quais as crianças nascem não são nem de perto tão importantes quanto as experiências de crescimento cerebral que elas têm ao longo da vida. As pessoas mantêm opiniões muito vigorosas de que o modo como nascemos determina nosso potencial; elas apontam para personalidades conhecidas que foram consideradas gênios – como Albert Einstein ou Ludwig van Beethoven. Mas, hoje, os cientistas sabem que as diferenças presentes no momento do nascimento são eclipsadas pelas experiências de aprendizagem que vivemos a partir dele (THOMPSON, 2014). A cada segundo do dia, nossas sinapses cerebrais são disparadas, e estudantes inseridos em ambientes estimulantes com mensagens de mentalidade de crescimento são capazes de qualquer coisa. Diferenças cerebrais podem dar a alguns uma vantagem inicial,

* N. de R. T.: Nos Estados Unidos, os ensinos fundamental e médio têm duração de 12 anos, assim como no Brasil. Diferentemente do sistema brasileiro, no qual o ensino médio tem três anos, o ciclo do ensino médio norte-americano tem quatro anos, iniciando na 9ª série, que equivalente ao 9º ano do ensino fundamental no Brasil.

mas números infinitesimalmente pequenos de pessoas têm o tipo de vantagem que garante crescimento ao longo do tempo. E as pessoas anunciadas como gênios naturais são as mesmas que, com frequência, enfatizam o esforço que fizeram e o número de erros que cometeram. Einstein, provavelmente o mais conhecido dos gênios, só aprendeu a ler aos nove anos e, com frequência, falou sobre suas conquistas provirem de uma série de erros que cometeu e da persistência que teve. Ele se esforçava muito e, quando cometia erros, tentava com mais afinco. Ele encarava o trabalho e a vida com a atitude de alguém com uma mentalidade de crescimento. Muitas evidências científicas sugerem que a diferença entre os bem e os malsucedidos não está nos cérebros com que nasceram, mas na sua maneira de ver a vida, nas mensagens que receberam sobre seu potencial e nas oportunidades que tiveram de aprender. As melhores oportunidades de aprender acontecem quando os estudantes acreditam em si mesmos. Para muitos estudantes, sua aprendizagem é travada pelas mensagens que receberam sobre seu potencial, fazendo-os acreditar que não são tão bons quanto os outros, que não têm o potencial dos outros. Este livro fornece as informações que você precisa, quer você seja professor ou pai/mãe, para dar aos alunos a autoconfiança que eles necessitam e devem ter; para colocá-los em uma trajetória que leve a uma mentalidade matemática, sejam quais forem suas experiências anteriores. Essa nova trajetória envolve uma mudança no modo como se veem e também no modo como encaram a disciplina da matemática, como o restante deste livro irá descrever.

Embora eu não esteja dizendo que todo mundo nasce com o mesmo cérebro, *estou* afirmando que não existe essa ideia de “cérebro matemático” ou “dom matemático”, como muitos acreditam. Ninguém nasce sabendo matemática e ninguém nasce sem a capacidade de aprender matemática. Infelizmente, concepções de dom são predominantes. Pesquisadores recentemente investigaram em que medida professores universitários mantinham concepções sobre dom em suas matérias e descobriram algo notável (LESLIE et al., 2015). Matemática era a matéria cujos professores tinham as ideias mais fixas sobre quem era capaz

de aprender. Além disso, os pesquisadores constataram que, quanto mais uma área valoriza o dom, menos mulheres com doutorado atuam nela e que crenças específicas da área estavam correlacionadas com a representação feminina em todas as 30 áreas investigadas. A razão pela qual existem menos mulheres nas áreas em que os professores acreditam que apenas os “dotados” podem ser bem-sucedidos é que crenças em estereótipos ainda prevalecem sobre quem realmente é capaz, como descreve o Capítulo 6. É imperativo que nossa sociedade adote uma visão mais equitativa e informada da aprendizagem de matemática em nossas conversas e trabalho com os alunos. As conversas e o trabalho em matemática precisam refletir a nova ciência do cérebro e comunicar a todos que todos podem aprender essa matéria, não apenas aqueles que acreditamos terem um “dom”. Esse pode ser o segredo para possibilitar um futuro diferente – um futuro em que o trauma com matemática seja coisa do passado e alunos de todas as procedências tenham acesso a oportunidades de aprendizagem de matemática de alta qualidade.

Em estudos de Carol Dweck e colaboradores, cerca de 40% das crianças tinham uma mentalidade fixa prejudicial, acreditando que a inteligência é um dom que você tem ou não tem. Outros 40% dos alunos apresentavam uma mentalidade de crescimento. O restante, 20%, oscilava entre as duas mentalidades (DWECK, 2006b). Estudantes com mentalidade fixa são mais propensos a desistir facilmente, ao passo que estudantes com mentalidade de crescimento continuam tentando mesmo quando o trabalho é árduo e são persistentes, expondo o que Angela Duckworth chamou de “garra” (DUCKWORTH; QUINN, 2009). Em um estudo, alunos do 7º ano receberam um questionário para medir sua mentalidade. Depois, os pesquisadores acompanharam os alunos durante dois anos para monitorar o desempenho matemático deles. Os resultados foram notáveis, pois a aprendizagem dos alunos com mentalidade fixa manteve-se constante, enquanto a aprendizagem daqueles com mentalidade de crescimento aumentou (BLACKWELL; TRZESNIEWSKI; DWECK, 2007), conforme ilustrado na Figura 1.5.

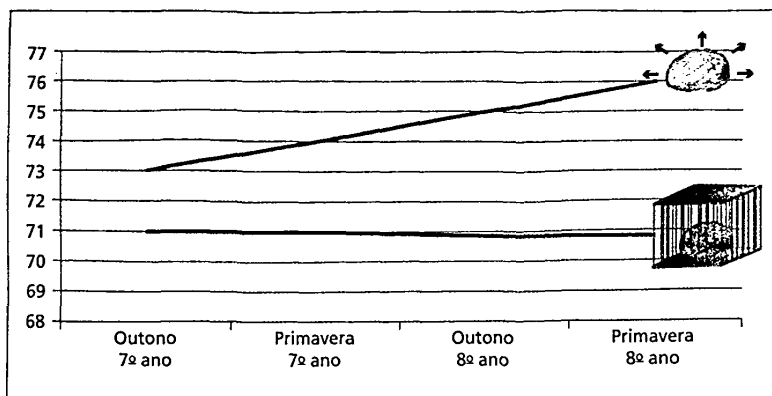


Figura 1.5 Estudantes com mentalidade de crescimento superam aqueles com mentalidade fixa no desempenho em matemática.

Fonte: Blackwell, Trzesniewski e Dweck (2007).

Em outros estudos, pesquisadores demonstraram que a mentalidade dos alunos (e dos adultos) pode mudar de fixa para de crescimento. E quando isso acontece, a abordagem de aprendizagem deles torna-se significativamente mais positiva e bem-sucedida (BLACKWELL; TRZESNIEWSKI; DWECK, 2007). Também temos novas evidências, as quais examino no Capítulo 2, de que os estudantes com mentalidade de crescimento apresentam mais atividade cerebral positiva quando cometem erros, com mais regiões cerebrais se iluminando, e mais atenção e correção de erros (MOSER et al., 2011).

Eu não precisava de mais evidências da importância de ajudar estudantes – e adultos – a desenvolver uma mentalidade de crescimento em relação à matemática em especial, mas, recentemente, estive reunida com a equipe do Programa Internacional de Avaliação do Estudante (PISA) na Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em Paris para explorar seu incrível conjunto de dados de 13 milhões de estudantes do mundo inteiro. A equipe do PISA aplica testes internacionais a cada quatro anos, e os resultados são relatados em meios de comunicação em todo o mundo. As pontuações no teste com frequência disparam sinais de alarme nos Estados Unidos, e por um bom motivo. Nos últimos testes, os Estados Unidos fica-

ram em 36º lugar entre os 65 países da OCDE no desempenho em matemática (PROGRAM FOR INTERNATIONAL STUDENT ASSESSMENT, 2012). Esse *ranking* demonstra, assim como muitos outros, a urgente necessidade de reformar o ensino e a aprendizagem de matemática nos Estados Unidos. Mas a equipe do PISA não se limita a administrar testes de matemática. Ela também sonda os estudantes para coletar suas ideias e crenças sobre matemática e suas mentalidades. Fui convidada a trabalhar com a equipe do PISA depois que alguns de seus membros assistiram a uma aula *on-line* que ministrei. Um deles foi Pablo Zoido, um espanhol de voz suave que pensa profundamente sobre a aprendizagem de matemática e tem considerável *expertise* no trabalho com conjuntos de dados imensos. Pablo é analista do PISA, e, ao explorarmos os dados, percebemos uma coisa incrível: os estudantes com melhor desempenho no mundo são os que têm mentalidade de crescimento e eles superam os outros estudantes pelo equivalente a mais de um ano de aprendizado de matemática (Fig. 1.6).

O pensamento de mentalidade fixa que é tão pernicioso – uma mentalidade em que os estudantes acreditam que eles são inteligentes ou não – abrange todo o espectro de desempenho, e alguns dos alunos mais prejudicados por essas crenças são meninas de alto desempenho (DWECK,

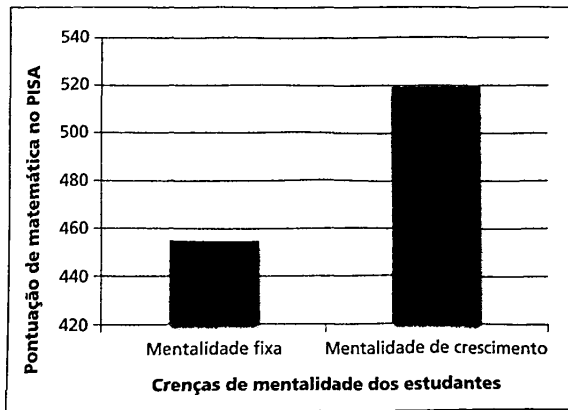


Figura 1.6 Mentalidade e matemática.

Fonte: Program for International Student Assessment (2012).

2006a). Revela-se que mesmo acreditar que você é inteligente – uma das mensagens da mentalidade fixa – é prejudicial, pois os estudantes com essa mentalidade estão menos dispostos a experimentar tarefas ou matérias mais difíceis, porque têm medo de escorregar e não serem mais vistos como inteligentes. Estudantes com mentalidade de crescimento encaram trabalhos difíceis e veem os erros como um desafio e uma motivação para fazer mais. A alta incidência de pensamento de mentalidade fixa entre meninas é a razão pela qual elas optam por não cursar matérias de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM, do inglês *science, technology, engineering and mathematics*). Isso não apenas reduz suas chances na vida, mas também empobrece essas disciplinas, que precisam do pensamento e das perspectivas que meninas e mulheres trazem (BOALER, 2014a).

Uma razão pela qual muitos estudantes nos Estados Unidos têm mentalidades fixas é a dos elogios que recebem de pais e professores. Quando recebem elogios fixos – por exemplo, ouvem que são inteligentes quando fazem alguma coisa bem – os estudantes, a princípio, podem se sentir bem, mas posteriormente, quando falham (e todo mundo falha), eles pensam que isso significa que, afinal, eles não são tão inteligentes. Em um estudo recente, os pesquisadores constataram

que os elogios dados pelos pais a seus bebês entre o nascimento e os três anos de idade prediziam suas mentalidades cinco anos depois (GUNDERSON et al., 2013). O impacto dos elogios que os estudantes recebem pode ser tão forte que afeta seu comportamento imediatamente. Em um dos estudos de Carol Dweck, pesquisadores pediram a 400 alunos do 5º ano que fizessem um pequeno teste rápido, o qual quase todos desempenharam bem. Depois, a metade das crianças foi elogiada por “ser muito inteligente”. A outra metade foi parabenizada por “ter se esforçado bastante”. Pediu-se, então, às crianças que fizessem um segundo teste e escolhessem entre um teste bem simples, no qual se sairiam bem, ou outro mais desafiador, no qual poderiam cometer erros. Entre aqueles elogiados pelo esforço, 90% escolheram o teste mais difícil. Dos que foram elogiados por serem inteligentes, a maioria escolheu o teste fácil (MUELLER; DWECK, 1998).

O elogio gera uma sensação de conforto, mas quando as pessoas são elogiadas pelo que são (“Você é tão inteligente”) e não pelo que fizeram (“Você fez um trabalho incrível”), elas ficam com a ideia de que têm uma quantidade fixa de capacidade. Dizer aos estudantes que eles são inteligentes os embosca em problemas posteriores. Conforme passam pela escola e pela vida, falhando em muitas tarefas – o que, repita-se, é perfei-

tamente natural –, os estudantes avaliam a si mesmos, decidindo que isso significa o quanto eles são de fato inteligentes ou não. Em vez de elogiar os alunos por serem inteligentes, ou qualquer outro atributo pessoal, é melhor dizer algo como: “Que ótimo que você aprendeu isso” ou “Você realmente pensou de modo profundo sobre isso”.

Nosso sistema educacional está permeado pela concepção tradicional de que alguns estudantes não estão desenvolvidos o suficiente para aprender em certos níveis de matemática. Um grupo de professores de matemática do ensino médio de uma escola, com os quais me encontrei há pouco tempo, tinha, escandalosamente, escrito para a diretoria afirmando que alguns estudantes jamais poderiam passar na disciplina “Álgebra 2”. Eles citaram, em especial, estudantes de minorias que viviam em lares de baixa renda e argumentaram que esses alunos não poderiam aprender álgebra a menos que os professores diluíssem o currículo. Esse pensamento deficitário e preconceituoso precisa ser banido das escolas. A carta escrita pelos professores foi publicada em jornais locais e terminou sendo usada na legislatura estadual como um exemplo da necessidade de *charter schools** (NOGUCHI, 2012). A carta chocou muitas pessoas, mas infelizmente essa ideia de que alguns alunos não podem aprender matemática de alto nível é partilhada por muitos. O pensamento deficitário pode assumir todo tipo de conformação e, às vezes, é usado como uma preocupação genuína pelos estudantes – muitas pessoas acreditam que existe uma etapa de desenvolvimento que os estudantes precisam passar antes de estarem preparados para certos temas matemáticos. Mas essas ideias também são antiquadas, pois os estudantes estão tão prontos quanto as experiências que tiveram. E, se não estiverem prontos, podem facilmente tornar-se prontos com as experiências certas, as

altas expectativas dos outros e uma mentalidade de crescimento. Não há um ritmo pré-ordenado em que os alunos precisam aprender matemática, o que significa que *não é* verdade que, se eles não alcançaram uma certa idade ou maturidade emocional não podem aprender alguma matemática. Os estudantes podem não estar prontos para alguma matemática, porque ainda precisam aprender algo fundamental e necessário que ainda não aprenderam, mas *não* porque seu cérebro não pode desenvolver as conexões por conta de sua idade ou maturidade. Quando os alunos precisam de novas conexões, eles podem aprendê-las.

Para muitos de nós, apreciar a importância das mentalidades matemáticas e desenvolver a perspectiva e as estratégias para mudar as mentalidades dos alunos envolve alguma reflexão cuidadosa sobre nossa aprendizagem e relação com a matemática. Muitos dos professores de ensino fundamental com os quais trabalhei, alguns dos quais fizeram meu curso *on-line*, contaram-me que as ideias que mostrei sobre o cérebro, sobre o potencial e sobre as mentalidades de crescimento trouxeram mudanças em suas vidas. Elas os fizeram desenvolver uma mentalidade de crescimento em matemática, abordar a matemática com confiança e entusiasmo e transmitir isso a seus alunos. Isso, com frequência, é especialmente importante para professores do ensino fundamental, porque muitos deles, em algum momento da sua própria aprendizagem, ouviram que *eles* não eram capazes de aprender matemática ou que a matemática não era para eles. Muitos ensinam matemática com seu próprio medo da matéria. A pesquisa que compartilhei com eles ajudou a banir esse medo e a colocá-los em uma trajetória matemática diferente. Em um estudo importante, Beilock et al. (2009) constataram que o grau de emoções negativas que os professores do ensino fundamental tinham em relação à matemática predizia o desempenho das meninas em suas classes, mas não o dos meninos. Essa diferença de gênero provavelmente ocorre porque as meninas se identificam com suas professoras, sobretudo no ensino fundamental. As meninas rapidamente absorvem as mensagens negativas

* N. de R.T.: *Charter schools* são escolas que surgiram nos Estados Unidos a partir de 1990. Nessas escolas, a gestão é feita, geralmente, por entidades privadas e financiadas pelo sistema público. A matrícula é gratuita e independe do lugar de moradia.

das professoras sobre matemática, do tipo que com frequência é transmitido generosamente, como: “Sei que é muito difícil, mas vamos tentar fazer” ou “Eu era ruim em matemática na escola” ou “Nunca gostei de matemática”. Esse estudo também destaca a ligação entre as mensagens que os professores passam e o desempenho de seus alunos.

Onde quer que você esteja em sua trajetória pessoal de mentalidade, quer essas ideias sejam novas para você ou você seja um perito em men-

talidade, espero que os dados e as ideias expostas neste livro ajudem você e seus alunos a verem a matemática – qualquer nível dela – como acessível e prazerosa. Nos próximos capítulos, compartilharei as diversas estratégias que reuni durante anos de pesquisa e experiências práticas em salas de aula para encorajar uma mentalidade de crescimento em relação à matemática. São estratégias para proporcionar experiências que permitam aos alunos desenvolver *mentalidades matemáticas* vigorosas.

O PODER DOS ERROS E DAS DIFICULDADES

Comecei a ministrar oficinas sobre como ensinar matemática para uma mentalidade de crescimento com meus alunos de pós-graduação de Stanford (Sarah Kate Selling, Kathy Sun e Holly Pope) depois que diretores de escolas na Califórnia relataram que seus professores tinham lido os livros de Dweck e estavam “totalmente de acordo” com as ideias, mas não sabiam o que isso significava para o ensino de matemática. A primeira oficina aconteceu no *campus* de Stanford, no iluminado e arejado centro Li Ka Shing. Para mim, um dos destaques daquela primeira oficina foi quando Carol Dweck reuniu-se com os professores e disse algo que os impressionou: “Toda vez que um aluno comete um erro de matemática, ele cria uma sinapse”. Houve um audível suspiro na sala, enquanto os professores se davam conta da importância dessa declaração. Uma razão pela qual essa declaração é tão importante é que ela atesta o imenso poder e valor dos erros, embora os estudantes sempre pensem que cometer um erro significa não ser uma “pessoa de matemática”, ou pior, não ser inteligente. Muitos bons professores disseram a seus alunos durante anos que erros são úteis e mostram que estamos aprendendo, mas as novas evidências sobre o cérebro e os erros revelam algo muito mais significativo.

O psicólogo Jason Moser estudou os mecanismos neurais que operam nos cérebros das pessoas quando elas cometem erros (MOSER ET AL., 2011). Jason e seu grupo descobriram uma coisa fascinante. Quando cometemos um erro, o cérebro tem duas possíveis respostas. A primeira, chamada de negatividade relacionada ao erro (NRE), é um aumento da atividade elétrica quando o cérebro experimenta o conflito entre

uma resposta correta e um erro. O interessante é que essa atividade cerebral ocorre quer a pessoa saiba que cometeu um erro ou não. A segunda resposta, chamada de Pe, é um sinal cerebral que reflete atenção consciente a erros. Isso acontece quando existe consciência de que um erro foi cometido e a atenção consciente é dada a ele.

Quando eu disse aos professores que erros causam disparos no cérebro e fazem com que ele cresça, eles argumentaram: “Com certeza isso acontece somente se os estudantes corrigem seu erro e continuam a resolver o problema”. Mas esse não é o caso. Na verdade, o estudo de Moser mostra que nós nem sequer precisamos estar conscientes de que cometemos um erro para que ocorram disparos cerebrais. Quando professores me perguntam como isso é possível, respondo que o melhor raciocínio de que dispomos sobre tal assunto agora é que o cérebro dispara e cresce quando cometemos um erro, mesmo que não estejamos conscientes disso, porque é um momento de dificuldade; o cérebro é desafiado, e nesse momento ele cresce.

No estudo de Moser et al. (2011), os cientistas examinaram as mentalidades das pessoas e compararam essas mentalidades com suas respostas NRE e Pe quando cometiam erros em perguntas. Esse estudo produziu dois resultados importantes. Primeiro, os pesquisadores constataram que os cérebros dos estudantes reagiam com maiores respostas NRE e Pe – atividade elétrica – quando eles cometiam erros do que quando suas respostas eram corretas. Segundo, observaram que a atividade cerebral era maior após erros nos indivíduos com mentalidade de crescimento do que naqueles com mentalidade fixa. A Figura 2.1 representa a atividade cerebral em indivíduos com

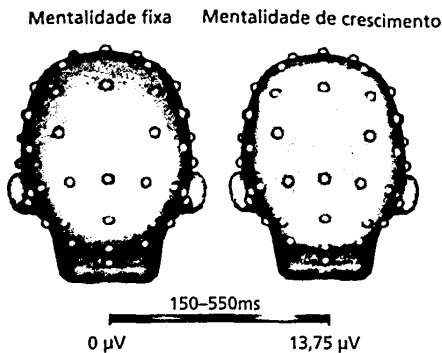


Figura 2.1 Atividade cerebral em indivíduos com mentalidade fixa e de crescimento.

Fonte: Moser et al. (2011).

mentalidade fixa ou de crescimento, sendo que o cérebro da mentalidade de crescimento se iluminava muito mais quando erros eram cometidos.

O fato de que nossos cérebros reagem com maior atividade quando cometemos um erro é imensamente importante. Retornarei a essa descoberta mais adiante.

O estudo também apontou que pessoas com mentalidade de crescimento têm maior consciência dos erros do que pessoas com mentalidade fixa, sendo, portanto, mais propensas a voltar e corrigir erros. Esse estudo corroborou outros (MANGELS et al., 2006) que mostraram que alunos com mentalidade de crescimento apresentavam aumento na reação cerebral e na atenção a erros. Todos os estudantes responderam com uma fagulha cerebral – uma sinapse – quando cometeram erros, mas ter uma mentalidade de crescimento significou um cérebro mais propenso a faiscar novamente, mostrando consciência de que um erro havia sido cometido. Quaisquer que sejam os âmbitos da sua vida (matemática, ensino, paternidade ou outros), é muito importante que você acredite em si mesmo e que pode fazer qualquer coisa. Esses pensamentos podem mudar tudo.

A recente pesquisa neurológica sobre o cérebro e os erros é muito importante para nós como professores de matemática e pais, pois ela informa que cometer um erro é algo muito bom.

Quando cometemos erros, nosso cérebro dispara e cresce. Erros não são apenas oportunidades para aprender quando os estudantes os reconhecem, mas também quando nossos cérebros crescem, mesmo que não saibamos que cometemos um erro. O poder dos erros é uma informação crucial, pois crianças e adultos, em toda parte, com frequência se sentem péssimos quando cometem um erro matemático. Eles pensam que isso significa que não são pessoas aptas para a matemática, porque foram educados em uma cultura do desempenho (BOALER, 2014b), na qual erros não são valorizados – ou pior, são punidos. Queremos que os estudantes cometam erros, mas muitas salas de aula são projetadas para dar aos alunos apenas atividades que conseguem responder corretamente. Posteriormente, mostrarei os tipos de perguntas matemáticas que envolvem os alunos e permitem que seus cérebros cresçam, bem como as mensagens didáticas e parentais que precisam acompanhar essas perguntas.

Os países com melhor desempenho em matemática, como a China, lidam com erros de uma maneira muito diferente. Recentemente, assisti a uma aula de matemática de uma turma do 2º ano do ensino fundamental em Xangai, região da China em que os estudantes obtêm as melhores notas do país e do mundo. O professor passou aos alunos problemas conceituais profundos e depois os chamava para apresentarem suas respostas. Enquanto os estudantes compartilhavam seu trabalho com alegria, o intérprete se inclinou e disse-me que o professor estava escolhendo alunos que tinham cometido erros. Os alunos sentiam orgulho em mostrar seus erros, pois os erros eram valorizados pelo professor. No Capítulo 9, apresento um breve trecho muito interessante de uma das aulas na China.

As diversas pesquisas sobre erros e o cérebro não somente nos mostram o valor dos erros para todos, mas também indicam que estudantes com mentalidade de crescimento têm maior atividade cerebral relacionada ao reconhecimento de erros do que estudantes com mentalidade fixa. Essa é mais uma razão pela qual ter mentalidade de crescimento é tão importante para os

estudantes enquanto aprendem matemática e outras matérias.

O estudo de Moser, além de mostrar que indivíduos com mentalidade de crescimento têm mais atividade cerebral quando cometem um erro do que indivíduos com mentalidade fixa, revela outra informação muito importante. Ele informa que as ideias que temos sobre nós mesmos – em especial, se acreditamos em nós mesmos ou não – mudam os mecanismos de nossos cérebros. Se acreditamos que podemos aprender e que erros são valiosos, nossos cérebros se desenvolvem mais quando cometemos um erro. Esse resultado é muito significativo, pois novamente ressalta o quanto é importante que todos os estudantes acreditem em si mesmos – e como é fundamental para todos nós acreditarmos em nós mesmos, sobretudo quando estamos diante de algo desafiador.

ERROS NA VIDA

Estudos de executivos bem e malsucedidos mostram algo surpreendente: o que separa os mais dos menos bem-sucedidos não é o número de êxitos, mas o número de erros que cometem, sendo que pessoas mais bem-sucedidas cometem *mais* erros. A Starbucks é uma das empresas de maior sucesso do mundo, e Howard Schultz, seu fundador, é um dos empresários mais bem-sucedidos de nosso tempo. Quando Schultz criou o que posteriormente se tornaria a Starbucks, ele tomou as cafeterias italianas como modelo para suas lojas. Não havia muitas cafeterias nos Estados Unidos naquela época, e Schultz admirava as cafeterias da Itália. Ele montou as primeiras lojas com atendentes usando gravatas-borboleta, o que era muito desconfortável, e óperas tocando alto enquanto os fregueses bebiam seus cafés. A proposta não foi bem-acolhida pelos norte-americanos, e a equipe de planejamento voltou para a mesa de criação, cometendo muitos outros erros até, finalmente, produzir a marca Starbucks.

Peter Sims, colaborador do The New York Times, escreveu muito sobre a importância dos erros para um pensamento empresarial criativo (SIMS, 2011). Ele assinala: “A imperfeição faz parte de qualquer processo criativo e da vida, mas, por algum motivo, vivemos em uma cultura que tem um medo paralisante do fracasso, o qual impede a ação e reforça um perfeccionismo rígido. Esse é o estado de espírito mais incapacitante em que você pode estar se quer ser mais criativo, inventivo ou empreendedor”.

Peter Sims também resume os hábitos das pessoas bem-sucedidas, em geral afirmando que essas pessoas:

- Sentem-se confortáveis com seus erros.
- Experimentam ideias aparentemente extravagantes.
- Estão abertas a experiências diferentes.
- Brincam com ideias sem julgá-las.
- Estão dispostas a ir contra ideias tradicionais.
- Persistem apesar das dificuldades.

No verão passado, ministrei o curso *on-line Como aprender matemática: para estudantes*. Até agora, ele foi feito por mais de cem mil estudantes. O curso tem por objetivo dar aos alunos uma mentalidade de crescimento, apresentar a matemática como envolvente e estimulante e ensinar importantes estratégias matemáticas que serão expostas neste livro.*

Ministrei esse curso com alguns de meus alunos de graduação de Stanford, que expressaram com ações os diferentes hábitos descritos por Peter Sims, e com Colin, o produtor do curso, que tornou tudo ainda mais interessante com a adição de alguns acessórios e personagens! Os estudantes de graduação que aparecem são Carinne Gale (Fig. 2.2), Montse Cordero (Figs. 2.3, 2.4 e 2.7), Devin Guillory (Fig. 2.5) e Hugo Valdivia (Fig. 2.6).

Esses diferentes hábitos são tão importantes em uma aula de matemática quanto o são na vi-

* O curso pode ser acessado em <https://www.youcubec.org/category/mooc>.



Figura 2.2 Sentem-se confortáveis com seus erros.



Figura 2.5 Brincam com ideias sem julgá-las.



Figura 2.3 Experimentam ideias aparentemente extravagantes.



Figura 2.6 Estão dispostas a ir contra ideias tradicionais.



Figura 2.4 Estão abertas a experiências diferentes.



Figura 2.7 Persistem apesar das dificuldades.

Fonte: imagens do curso Como aprender matemática: para estudantes, de Jo Boaler, em Stanford. Aparecem, na ordem, Carinne Gale, Montse Cordero, Devine Guillory e Hugo Valdivia.

da, mas, com frequência, eles surpreendentemente estão ausentes em uma aula de matemática e quando os estudantes trabalham na matemática em casa. Queremos que os estudantes se sintam livres enquanto estudam matemática, livres para experimentar ideias diferentes, sem temer que

possam estar errados. Queremos que os alunos estejam abertos para abordar a matemática de maneira diferente, estejam dispostos a brincar com tarefas matemáticas, experimentar “ideias aparentemente extravagantes” (ver Cap. 5). Queremos que eles desafiem as ideias tradicionais – re-

jeitando noções de que algumas pessoas são capazes de aprender matemática e outras não – e, é claro, sigam em frente quando a matemática for difícil, mesmo se não puderem ver uma solução imediata.

Como podemos mudar o modo como os estudantes encaram os erros?

Uma das mudanças mais poderosas que um professor ou os pais podem fazer é nas mensagens que passam sobre erros e respostas erradas em matemática. Recentemente, recebi um vídeo muito tocante de uma professora que fez meu curso *on-line* e começou o ano ensinando a uma turma de alunos com dificuldades a importância e o valor dos erros. Os estudantes mudaram completamente no decorrer do ano, recuperando-se de fracassos anteriores e voltando a ter um envolvimento positivo com a matemática. A professora enviou um vídeo dos alunos refletindo, no qual eles falam a respeito da mensagem de que os erros desenvolvem seu cérebro, mudando tudo para eles. Eles disseram que anteriormente viam a si mesmos como fracassados, uma mentalidade que havia impedido seu progresso. A professora passou mensagens e métodos didáticos que

os fizeram despojar-se de seus anos de temor à matemática e encarar a matéria com um novo ímpeto. Quando ensinamos aos estudantes que erros são positivos, isso tem um efeito incrivelmente libertador para eles.

Em meu curso *on-line* para pais e professores, mostrei as novas informações sobre erros e propus um desafio como uma das atividades da aula. Pedi aos participantes que criassem uma nova atividade que reposicionasse os erros nas salas de aula ou nos lares. Uma de minhas respostas favoritas a essa questão veio de uma professora que disse que iniciava a aula pedindo aos alunos que amassassem um pedaço de papel e o atirassem no quadro com os sentimentos que tinham quando haviam cometido um erro de matemática. Os alunos eram convidados a exprimir seus sentimentos – geralmente de frustração – arremessando sua bola de papel no quadro (Fig. 2.8). Depois, a professora pedia aos alunos que pegassem seu papel de volta, desamassassem-no e marcassem todas as linhas das dobras com marcadores de diferentes cores, que representavam seu crescimento cerebral. Por fim, os alunos deveriam guardar suas folhas de papel em suas pastas durante o ano letivo, como um lembrete da importância dos erros.

Alguns anos atrás, comecei a trabalhar com Kim Halliwell, uma professora inspiradora que faz parte de um grupo de docentes do Vista Uni-



Figura 2.8 Estudantes aprendem sobre o crescimento cerebral.

fied School District com quem também trabalhei conjuntamente durante mais de dois anos. Quando visitei a sala de aula de Kim, no ano passado, vi as paredes cobertas com adoráveis desenhos de cérebros feitos pelos alunos, repletos de mensagens positivas sobre o crescimento cerebral e os erros (Fig. 2.9). Kim explicou-me que ela tinha pedido aos alunos que pegassem suas mensagens sobre o crescimento cerebral entre aquelas que haviam analisado juntos e as colocassem em desenhos de seus cérebros.

Outra estratégia para celebrar erros em aula é pedir aos alunos que submetam qualquer tipo de trabalho – mesmo folhas de prova (ainda que quanto menos testarmos os alunos, melhor, como explicarei no Capítulo 8); os professores, então, destacam seus “erros favoritos”. Eles devem revelar aos alunos que estão procurando por seus erros prediletos, os quais devem ser erros conceituais, não numéricos. Os professores podem, então, compartilhar os erros com a classe e abrir uma discussão geral sobre a origem do

erro e por que ele é um erro. Esse também é um bom momento para reforçar mensagens importantes – que quando o aluno comete um erro, isso foi bom, porque ele estava em uma etapa de embate cognitivo e seu cérebro estava disparando e crescendo. Também é bom partilhar e discutir erros, porque, se um aluno comete um erro, sabemos que outros também podem estar cometendo-o, sendo realmente proveitoso que todos possam pensar sobre ele.

Se os alunos recebem notas por seus trabalhos de matemática (uma prática inútil que discutirei posteriormente) e são penalizados por cometer erros, então eles recebem uma mensagem muito negativa sobre erros e aprendizagem de matemática. Para ensinar aos alunos uma mentalidade de crescimento e mensagens positivas gerais sobre aprendizagem de matemática, os professores devem abandonar as provas e as notas o máximo possível (ver Cap. 8). Caso continuem a dar provas e a atribuir notas, devem dar a mesma nota, ou nota mais alta, por erros, com uma mensagem anexada de que o erro é uma perfeita oportunidade para a aprendizagem e o crescimento cerebral.

É importante valorizar publicamente os erros em aula, mas os professores também precisam passar mensagens positivas sobre erros em interações individualizadas. Minha filha recebeu mensagens muito prejudiciais dos professores em seus primeiros anos de escola, o que a fez desenvolver uma mentalidade fixa desde muito cedo. Aos quatro e cinco anos, ela sofria de dificuldades auditivas (sobre as quais nenhum de nós sabia na época). Por causa disso, os professores decidiram que ela era incapaz e davam tarefas fáceis para ela fazer. Ela tinha plena consciência disso e um dia, quando tinha apenas quatro anos, chegou em casa perguntando por que as outras crianças recebiam tarefas mais difíceis para fazer. Sabemos que os alunos despendem muito tempo na escola tentando descobrir o que o professor pensa deles. Minha filha pôde perceber que seus professores não a tinham em alta consideração. Por causa disso, ela se convenceu de que era burra. Hoje, aos 12 anos, depois de três anos em uma escola de ensino fundamental fabulosa que rapidamente identificou sua mentalidade fixa e viu

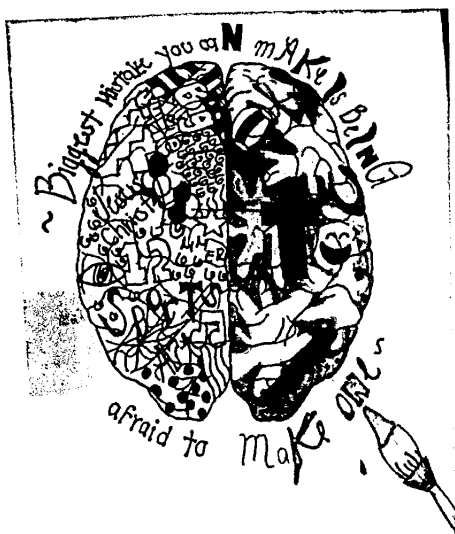


Figura 2.9 Cartaz de um cérebro com mensagens feito por um aluno (lê-se: O maior erro que você pode cometer é ter medo de errar).

que isso a estava atrasando, ela é outra pessoa e adora matemática.

Quando minha filha estava no 4º ano do ensino fundamental e ainda sofria de uma mentalidade fixa, ela e eu visitamos uma turma do 3º ano em sua escola. A professora colocou dois problemas numéricos no quadro, e minha filha acertou um e errou outro. Quando percebeu que tinha cometido um erro, ela imediatamente reagiu mal, dizendo que era terrível em matemática e que não era nem tão boa quanto um aluno do 3º ano. Aproveitei aquele momento para comunicar algo muito direto e importante. Eu disse: "Você sabe o que acabou de acontecer? Quando você errou sua resposta, seu cérebro cresceu, mas quando você acertou a resposta, nada aconteceu em seu cérebro; não houve crescimento cerebral". Esse é o tipo de interação pessoal que os professores podem ter com seus alunos quando eles cometem erros. Ela olhou para mim com os olhos arregalados, e eu sabia que ela tinha compreendido a importância da ideia. Hoje, ao ingressar no 6º ano, ela é uma aluna diferente: acolhe os erros e sente-se otimista em relação a si mesma. Isso não aconteceu por meio do ensino de mais matemática ou outra tarefa, mas ensinando a ela como ter uma mentalidade de crescimento.

Na década de 1930, o suíço Jean Piaget, um dos mais importantes psicólogos do mundo, rejeitou a ideia de que a aprendizagem era uma questão de memorizar procedimentos. Ele assinalou que a verdadeira aprendizagem depende de uma compreensão de como as ideias se encaixam. Ele propôs que os estudantes possuem modelos mentais que mapeiam o modo como as ideias se encaixam, e quando seus modelos mentais fazem sentido, eles se encontram em um estado que ele chamou de equilíbrio (PIAGET, 1958, 1970). Quando estão diante de novas ideias, os estudantes se esforçam para encaixá-las em seus atuais modelos mentais, mas quando elas parecem não se encaixar, ou seu modelo existente precisa mudar, eles entram em um estado que Piaget denominou de desequilíbrio. Uma pessoa em desequilíbrio sabe que a nova informação não pode ser incorporada a seus modelos de aprendizagem, mas também não pode ser rejeitada, porque ela faz sentido, e assim ela tra-

balha para adaptar seus novos modelos. O processo de desequilíbrio parece desconfortável para os aprendizes. Todavia, é o desequilíbrio, segundo Piaget, que leva à verdadeira aprendizagem. Piaget explicou a aprendizagem como um processo de passagem do equilíbrio, onde tudo se encaixa bem, para o desequilíbrio, onde uma nova ideia não se encaixa, para um novo estado de equilíbrio. Esse processo, conforme afirma o autor, é essencial para aprender (HAACK, 2011).

No Capítulo 4, quando abordo o ato de praticar em matemática e as práticas de treino que são e não são úteis, mostrarei que um dos problemas com nossa atual versão do ensino da matemática é que os estudantes recebem ideias repetitivas e simples que não os ajudam a passar para o importante estado de desequilíbrio. Sabemos que indivíduos com alta tolerância para ambiguidade fazem a transição do desequilíbrio para o equilíbrio de imediato – mais uma razão pela qual precisamos proporcionar aos alunos mais experiências de ambiguidade em matemática, levando-os a se arriscar. Capítulos posteriores trazem ideias sobre como fazer isso.

A pesquisa sobre erros e desequilíbrio tem imensas implicações para as salas de aula de matemática, não apenas em relação ao modo de lidar com erros, mas também nas tarefas prescritas aos alunos. Se quisermos que os alunos cometam erros, precisamos dar a eles tarefas desafiadoras que sejam difíceis e provoquem desequilíbrio. Esse trabalho deve ser acompanhado por mensagens positivas sobre erros, mensagens que permitam aos alunos sentirem-se confortáveis ao trabalhar em problemas mais difíceis, cometer erros e prosseguir. Isso será uma grande mudança para muitos professores que atualmente planejam as tarefas dadas em aulas de matemática para assegurar o êxito dos alunos e, por isso, fornecem a eles perguntas que geralmente respondem de modo correto. Isso significa que os estudantes não estão sendo desafiados de fato e não estão recebendo oportunidades suficientes para aprender e desenvolver seus cérebros.

Nos *workshops* com Carol Dweck, frequentemente a ouço dizer aos pais que comuniquem a seus filhos que não é admirável acertar tudo, pois isso mostra que eles não estão aprendendo. Carol

sugere que, se as crianças chegam em casa dizendo que acertaram todas as perguntas na aula ou em uma prova, os pais devem dizer: "Hum, desculpe; isso significa que você não teve oportunidades de aprender algo". Essa é uma mensagem radical, mas precisamos passar aos alunos mensagens fortes que anulem a ideia que eles amiúde recebem na escola: que é mais importante fazer tudo corretamente e que a correção é um sinal de inteligência. Tanto Carol quanto eu tentamos reorientar os professores para que valorizem menos o trabalho correto e mais os erros.

Sandie Gilliam é uma professora incrível que tenho observado ensinar há muitos anos e cujos alunos alcançam os mais altos níveis e adoram matemática. Um dia eu estava observando Sandie em seu primeiro dia de aula ensinando alunos da 2ª série do ensino médio. Depois que os alunos trabalharam por certo tempo, ela percebeu que um aluno cometeu um erro e se deu conta disso. Ela se aproximou e perguntou se ele mostraria seu erro no quadro – ele a olhou com incerteza e disse: "Mas eu errei a resposta". Sandie

respondeu que era por isso que ela gostaria que ele mostrasse seu trabalho, pois isso o ajudaria. Ela disse que se ele cometesse aquele erro, outros também o teriam cometido, e seria ótimo para todos conversar a respeito. O menino concordou e compartilhou seu erro com a turma, mostrando-o no quadro. No decorrer do ano, o compartilhamento de erros tornou-se uma prática comum para diferentes alunos. Costumo mostrar um vídeo dos alunos de Sandie que ajuda professores e autoridades a ver o que eles são capazes de fazer se receberem um ensino de matemática poderoso. Em um de meus vídeos prediletos, vemos os alunos de Sandie trabalhando juntos para resolver um problema complexo no quadro (ver Fig. 2.10).

Os estudantes esforçam-se para resolver o problema e ouvem uns aos outros enquanto oferecem ideias. Eles cometem erros e fazem más escolhas, mas, por fim, resolvem o problema, com a contribuição de muitos deles. É um caso poderoso de estudantes usando métodos e práticas matemáticas tradicionais (como recomendado

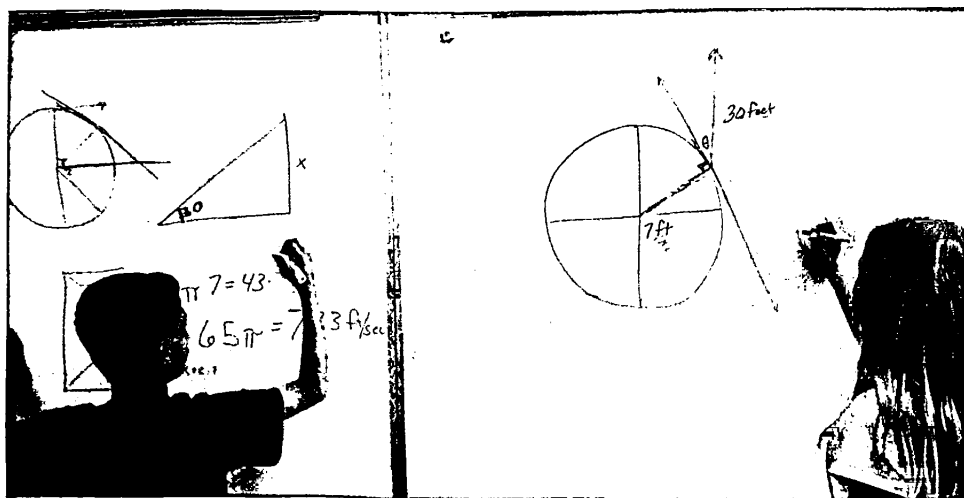


Figura 2.10 Resolvendo o problema do skate.

pelos Common Core State Standards – CCSS).^{*} Eles combinam os próprios pensamentos e ideias com métodos que conhecem para resolver um problema irregular aplicado, do tipo que enfrentarão na vida. Professores experientes, amiúde, assistem ao vídeo e assinalam que podem notar que os alunos se sentem realmente à vontade para oferecer ideias diferentes e não receiam estar errados. Existe uma razão pela qual os alunos são capazes de trabalhar em altos níveis sem medo de cometer erros – Sandie ensinou-os a acolher os erros, e ela os valoriza em todo o seu ensino.

Recentemente, trabalhei em um estudo investigativo com Carol Dweck, Greg Walton, Carissa Romero e Dave Paunesku em Stanford. Eles são os membros do grupo que realizou muitas intervenções importantes que aperfeiçoam as mentalidades dos estudantes e seu senso de pertencimento à escola.^{**} Em nosso estudo, ministramos uma intervenção para professores de matemática, ensinando o valor dos erros e algumas das ideias

que expus neste capítulo. Rapidamente descobrimos que os professores que completaram a intervenção apresentavam de modo substancial mais mentalidades de crescimento, tinham sentimentos mais positivos sobre erros em matemática e usavam ideias de promoção desses erros em suas salas de aula. Existem outras mudanças importantes que os professores podem fazer nas salas de aula, e os próximos capítulos irão explorar essas ideias. Por enquanto, uma das mudanças mais importantes que um professor (ou os pais) pode facilmente fazer – a qual tem o poder de exercer uma diferença imensa para os alunos – é modificar as mensagens que os alunos recebem sobre erros. No próximo capítulo, falarei sobre a importância de mudar algo igualmente fundamental: a matemática. Quando a matemática é ensinada como uma disciplina aberta e criativa, relacionada a conexões, aprendizagem e crescimento, e erros são encorajados, coisas incríveis acontecem.

^{*} N. de R. T.: Nos Estados Unidos, os Common Core State Standards (parâmetros comuns curriculares norte-americanos) definem objetivos de aprendizagem para cada série escolar em matemática e língua inglesa. A adoção é feita em nível estadual e, em 2017, 42 entre os 50 estados do país haviam adotado os parâmetros.

^{**} Para saber mais sobre o Project for Education Research That Scales, ou PERTS, visite <https://www.perts.net>.