

Como Promover uma Mentalidade de Crescimento com a Orientação de Mentalidade Personalizada
Um Experimento Promissor com a Motion Math

**Jo Boaler, Universidade de Stanford, cofundadora do youcubed
com Coram Bryant & Jacob Klein, Motion Math.**

Introdução:

Professores versados e cuidadosos são o recurso mais importante de qualquer ambiente de aprendizado, mas estou entusiasmada com o potencial da tecnologia, principalmente por engajar os alunos na matemática visual. Na última década, uma enxurrada de aplicativos e jogos de matemática inundou o mercado, mas muitos oferecem experiências de baixa qualidade - convidam os alunos a calcular sob a pressão do cronômetro, refletindo, assim, a visão tradicional e limitada da matemática, tão dominante na cultura norte-americana (BOALER, 2016). Alguns aplicativos, jogos e websites que se destacaram fazem algo diferente - oferecem aos alunos um modo poderoso de visualizar e manipular ideias matemáticas, e adquirir um profundo conhecimento da matemática complexa (POPE, 2016). Desmos e Wolfram Alpha são exemplos de ambientes matemáticos de alta qualidade que dão acesso à ideias que os alunos provavelmente não conseguiriam acessar por outros caminhos.

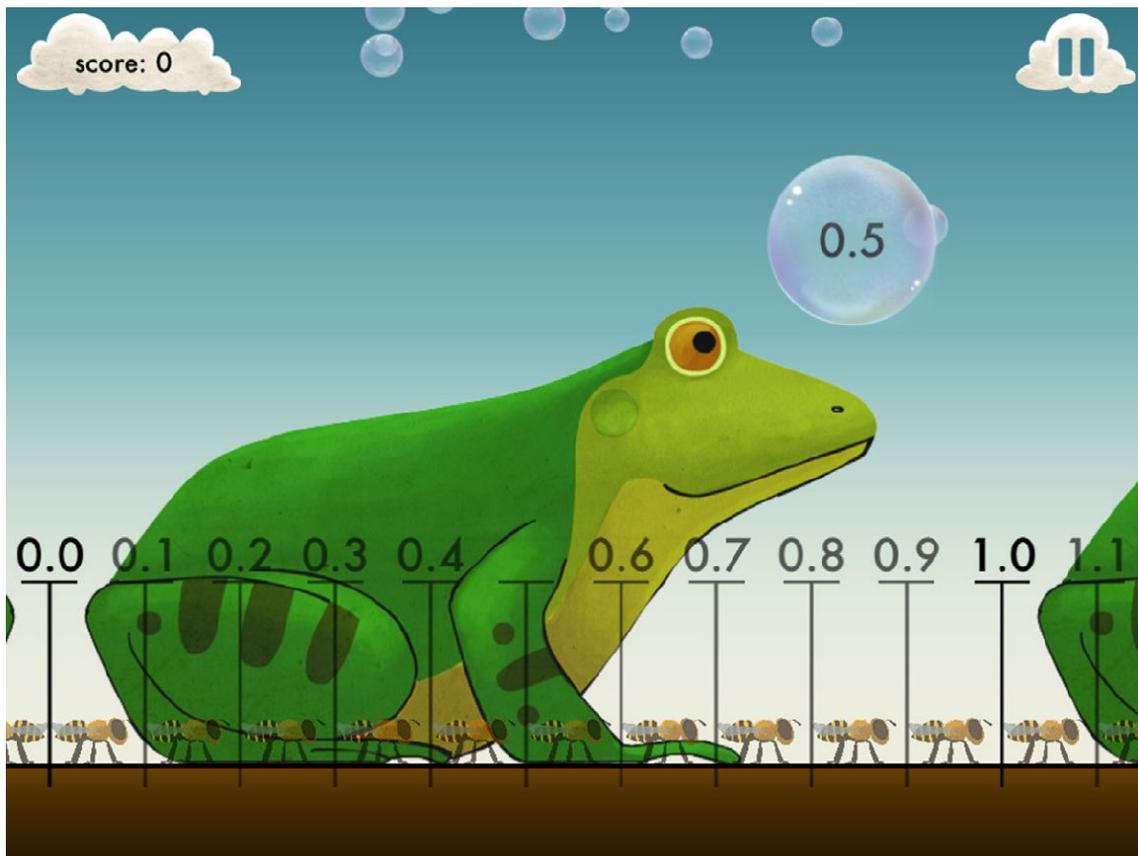
Faço consultoria para uma empresa de jogos de matemática chamada Motion Math. Escolhi trabalhar com a Motion Math porque ela oferece experiências matemáticas de alta qualidade, convidando os alunos a se engajar em ideias matemáticas cruciais de forma visual e interativa, muitas vezes por meio do movimento. As últimas pesquisas da neurociência indicam não apenas a importância do raciocínio visual na matemática, mas também do movimento físico para o desenvolvimento das ideias na área sensório-motora do cérebro (veja BOALER & CHEN, 2016; BEILock, 2015). A Motion Math foi fundada pelo Departamento de Pós-Graduação em Educação de Stanford, e oferece um conjunto de jogos matemáticos que engajam os alunos de forma muito interessante, como mostrarei a seguir. Há alguns meses, o presidente-executivo da Motion Math, Jacob Klein, pediu minha opinião sobre a possibilidade de acrescentar aos jogos mensagens de mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio, o que poderia ser particularmente benéfico para os alunos que têm medo de errar. Achei a ideia brilhante. Os desenvolvedores fizeram uma cuidadosa pesquisa e criaram duas condições experimentais - um grupo de alunos receberia o feedback padrão sobre seu desempenho nos jogos, e o outro receberia uma mensagem de orientação de mentalidade personalizada. [O estudo](#) contou com mais de cinco mil alunos, e os resultados mostraram algo extremamente significativo, que nos deu o que pensar –

algo que ajudará professores de matemática, assim como outros desenvolvedores digitais. Este artigo vai mostrar alguns dos mais importantes resultados.

O que é o Motion Math?

O Motion Math oferece um conjunto de jogos, atualmente disponíveis através de assinatura e [teste gratuito](#), e um painel de dados para o professor. Atualmente, ele só é compatível com iPads, mas em breve estará disponível na internet. Os jogos contemplam muitas ideias importantes da matemática básica, como senso numérico, linha numérica, valor posicional, operações, frações e estimativas. Para que você tenha uma ideia dos diferentes jogos, falarei um pouco sobre três deles.

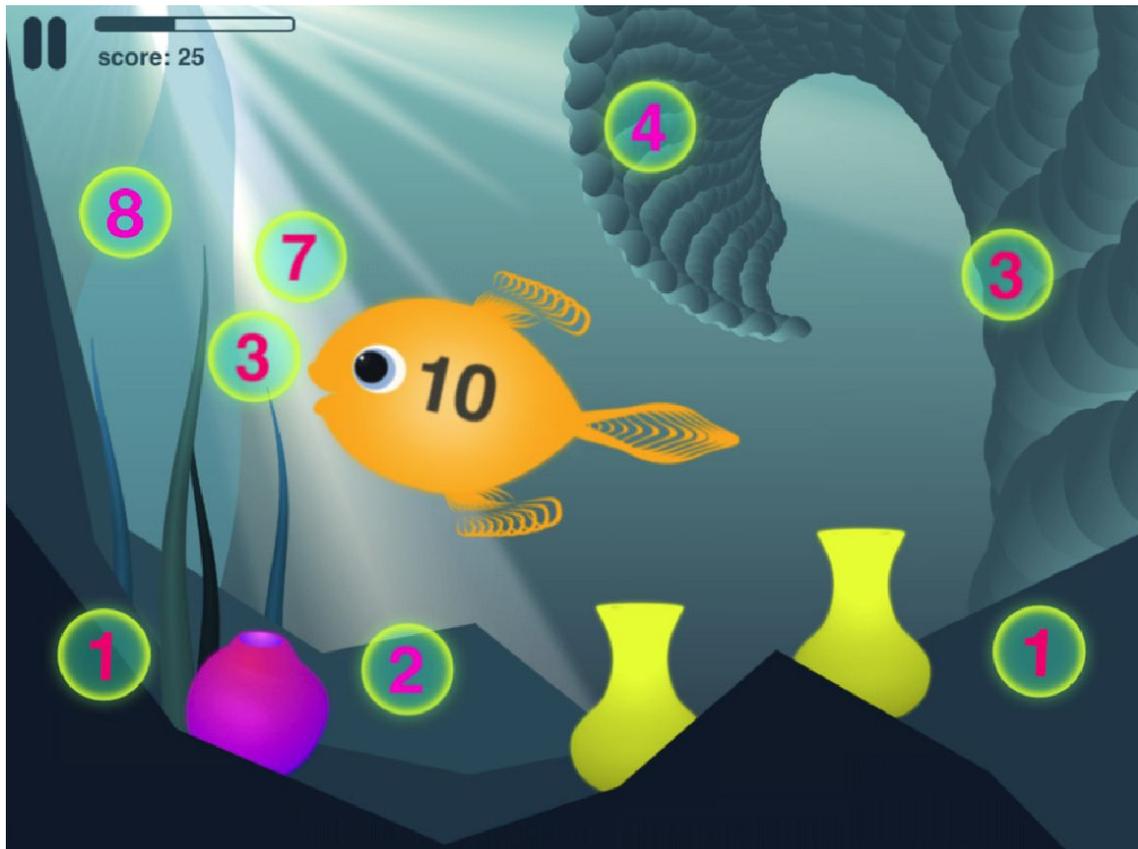
O Zoom convida os jogadores a explorar uma linha numérica tangivelmente interativa, ensinando-os a dominar a importante ideia do valor posicional. Para encontrar a localização correta do número na bolha, os alunos movem a barra de rolagem para frente e para trás na linha numérica e também aproximam e afastam a imagem em diferentes valores posicionais. Os animais correspondem a cada ordem de magnitude (abelhas para décimos, sapos para um, cães para 10, etc.), auxiliando a tornar a ideia abstrata de valor posicional mais concreta.



O Cupcake é uma minissimulação. Os alunos administram um negócio de entrega de cupcakes, explorando importantes conceitos matemáticos para gerar lucro. Eles comparam taxas unitárias enquanto compram ingredientes, estabelecem margens de lucro para o menu e entregam pedidos por meio de coordenadas cartesianas. Quando os clientes entram para pedir cupcakes, eles começam a entender situações variadas e cada vez mais complexas, como no exemplo abaixo. Quando os alunos se sentem responsáveis pelas diferentes situações (eles são donos da loja!), se engajam e persistem mais em descobrir a quantidade correta de cupcakes que devem vender.



O último exemplo é um jogo no qual a Motion Math aplicou seu experimento de mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio. O Hungry Fish visa ajudar os alunos a desenvolver uma abordagem flexível para a adição. Os jogadores mesclam bolhas inteiras para alimentar um peixe com uma soma-alvo; no exemplo abaixo, a soma-alvo é 10. Diferentemente da maioria das práticas de adição, que pergunta aos alunos: "qual é a resposta correta para $3 + 7$?", este jogo os desafia a encontrar todas as formas possíveis de chegar a 10, usando duas ou mais adições. Os níveis mais difíceis apresentam somas maiores e números negativos e, o que é mais importante, os jogadores têm a liberdade de escolher entre 18 níveis de dificuldade.



Estimulando os Alunos a Abraçar o Desafio

Um dos desafios enfrentado por professores e empresas de tecnologia é o de criar condições que estimulem os alunos a trabalhar em seu nível máximo. Como professora, percebo em várias ocasiões que os momentos mais maravilhosos de aprendizado surgem quando os alunos enfrentam o desafio no nível certo - quando topam com algo difícil, mas que são capazes de resolver. Contudo, como professores e designers de tecnologia podem incentivar os alunos a trabalhar nesse nível ideal? A equipe Motion Math concluiu que as mensagens de mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio poderiam ser a chave para os alunos assumirem os níveis de desafio adequados. Ela havia visto casos em que jogadores subiam de nível, assumindo desafios cada vez maiores, mas fracassavam no nível seguinte e optavam por voltar ao início dos jogos. Queria acabar com esse tipo de atitude derrotista, substituí-la por uma abordagem com desafios mais perspicazes, e estudar suas tentativas por meio de um experimento cuidadosamente criado.

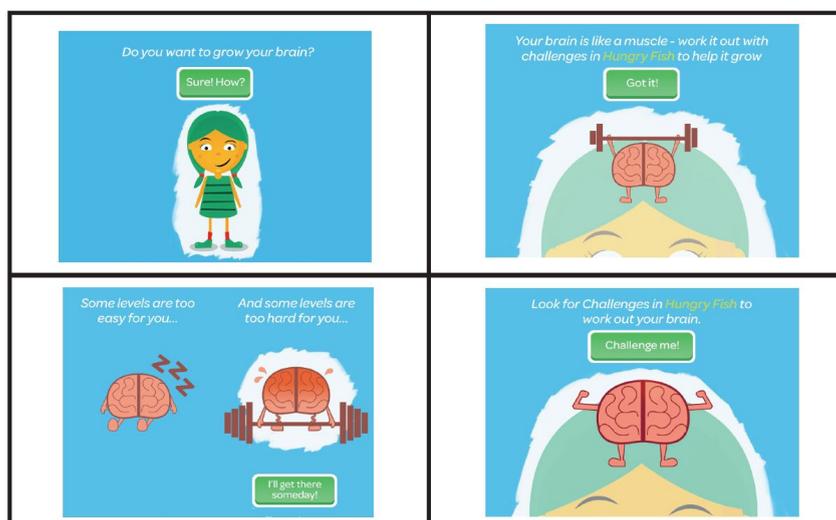
Alunos com mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio acreditam que, com esforço e trabalho árduo, são capazes de ficar mais inteligentes. Alunos com mentalidade fixa acreditam que sua inteligência é mais ou menos fixa (DWECK,

2006). A mentalidade deles importa, pois descobriu-se que os alunos com mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio persistem por mais tempo, abraçam o desafio e conseguem chegar a níveis mais altos (BLACKWELL et al, 2007). Alunos com mentalidade fixa muitas vezes esmorecem quando falham, concluindo que são apenas incapazes de fazer alguma coisa. Queríamos ajudar os alunos a desenvolver uma mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio através do jogo; não apenas ensinando sobre o potencial de seus cérebros para crescer e se modificar, mas fazendo intervenções em momentos importantes para os ajudar a enxergar a importância dos erros e desafios.

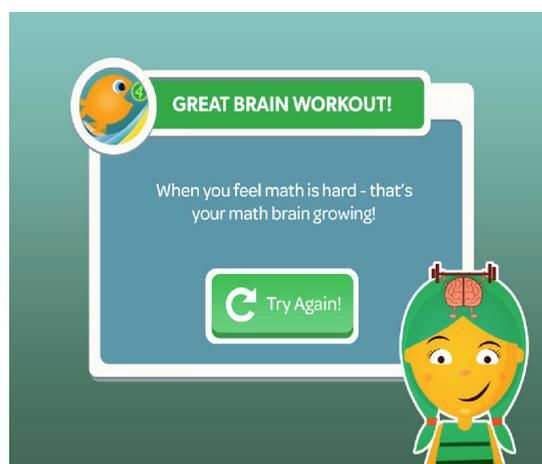
A equipe escolheu criar o experimento em seu jogo Hungry Fish. Para descobrir se os alunos poderiam ser incentivados a encarar um nível apropriado de desafio, ela distribuiu turmas aleatoriamente em três condições experimentais do jogo. Um grupo de alunos (o Controle) jogou o jogo normal do Hungry Fish. Um segundo grupo vivenciou a Orientação de Mentalidade durante o jogo. E um terceiro grupo recebeu orientação voltada para o Recebimento de Prêmios (n = 5731) (os detalhes de todo o experimento, que teve como base explorações anteriores feitas pela BrainPop, estão disponíveis em: motiongames.com/mindsetexperiment). O estudo mostrou que a orientação de mentalidade gerou mudanças significativas no comportamento e no desempenho em comparação ao grupo de controle, as quais esquematizamos abaixo.

Na versão de controle do Hungry Fish, quando os alunos se depararam com momentos cruciais de vitória ou derrota, eles recebem mensagens diretas que resumem sua pontuação e informam se ganharam ou perderam. "Oh, oh. Seus peixes precisam de mais comida. Tente novamente!" é uma mensagem típica de "derrota".

Os alunos do grupo de Orientação de Mentalidade, por outro lado, tiveram três experiências diferentes em sua versão do jogo. Primeiro, eles viram uma breve apresentação introdutória de slides, que os orientou sobre os princípios da mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio através da metáfora de um cérebro que cresce levantando pesos pesados.



Em seguida, no importante momento da vitória ou derrota, os resultados foram apresentados nos termos da mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio e ideias de crescimento do cérebro, em vez de representações tradicionais de vitória ou derrota. Os alunos que venceram num nível fácil demais (com base em seus registros anteriores de vitórias e derrotas) foram incentivados a tentar algo mais desafiador; já os que perderam em um desafio de nível apropriado foram incentivados com a mensagem: "Excelente treino cerebral!".



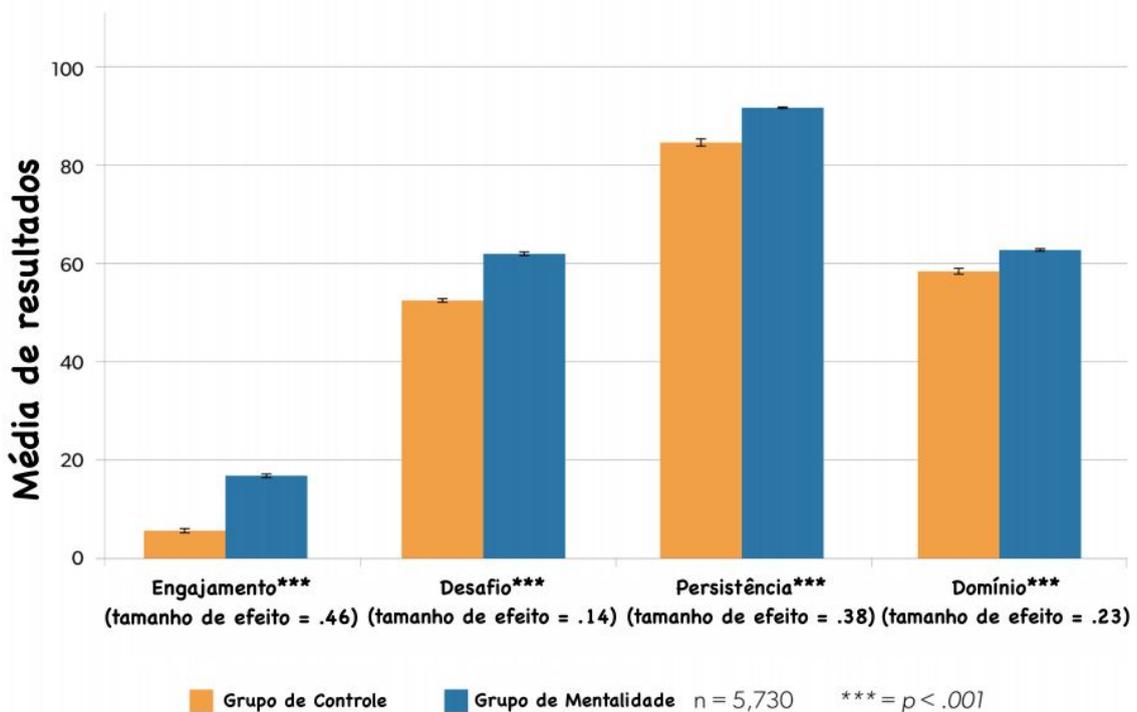
Por fim, enquanto os alunos no grupo de controle escolheram um nível entre 1 a 18 passando de tela em tela, os alunos da Orientação de Mentalidade tiveram uma gama de escolha menor, e apresentada na linguagem da mentalidade aberta para o desenvolvimento do raciocínio. Estes alunos escolheram entre quatro níveis: um abaixo de seu desafio apropriado (simbolizado por um cérebro adormecido), dois compatíveis (um cérebro levantando dois pesos) e um que pode estar acima de seu nível ideal (um cérebro que não consegue levantar o peso pesado).



Mais de 5.000 alunos entre os 2º e 6º anos participaram do experimento durante um período de três meses. Para entender o impacto da orientação de mentalidade, nós consideramos quatro variáveis.

- Engajamento: a porcentagem de tempo que cada aluno escolheu para jogar Hungry Fish dentre o conjunto de nove jogos.
- Desafio: a porcentagem de níveis desafiadores que um aluno escolheu jogar.
- Persistência: a porcentagem de níveis desafiadores que um aluno finalizou sem desistir.
- Domínio: o nível mais alto em que um aluno ganhou sistematicamente (transmitido como a porcentagem do total de níveis).

A comparação dos alunos na condição de Controle e Mentalidade Aberta para o Desenvolvimento do Raciocínio mostraram que os alunos que receberam o orientação de mentalidade foram mais engajados e perseverantes, abordaram o desafio melhor e alcançaram melhores níveis de desempenho, como mostramos na página seguinte (n=5730, p<0.001).



Acima de tudo, o impacto positivo da orientação de mentalidade sobre o desafio, a persistência e o domínio não prejudicou o engajamento. A princípio, tememos que a orientação de mentalidade pudesse diminuir o entusiasmo dos jogadores, que poderiam achá-la pedante ou um empecilho no fluxo do jogo. Em vez disso, a orientação de mentalidade aumentou significativamente o engajamento, resultado

particularmente animador e interessante. O engajamento é o portal de acesso ao aprendizado e uma das principais promessas do aprendizado digital. É importante também destacar que os efeitos positivos atingiram ambos os gêneros.

Investigações de acompanhamento vão mostrar os efeitos individuais das mensagens de mentalidade, restrições de escolha e apresentação dos resultados. Por ora, o experimento demonstra que uma orientação integrada e personalizada pode ajudar os alunos a superar sentimentos de derrota e substituí-los pela motivação para persistir e enfrentar desafios, uma importante descoberta para professores e desenvolvedores de ambientes de aprendizado digital.

Discussão

Alguns dos momentos mais importantes de sala de aula surgem quando os alunos passam por dificuldades. Nessas ocasiões, muitos desistem, dizendo a si mesmos que não "levam jeito para a matemática". A falta de persistência diante dos desafios é um problema conhecido de sala de aula, e a principal justificativa que os professores dão para não usar tarefas de matemática e perguntas mais desafiadoras. Novas pesquisas sobre o potencial das pequenas intervenções em momentos críticos (LIN-SIEGLER, XIODONG, DWECK; COHEN, 2016) informam que os professores podem fazer toda a diferença nesses momentos; esta pesquisa contribui para enriquecer essa importante base de conhecimento.

As pesquisas mostram que os alunos mais eficientes são os que veem a matemática como um conjunto de ideias, e não métodos de memorização (BOALER; ZOIDO, 2016), e que se engajam na metacognição, refletindo sobre o que sabem e o que precisam saber (BLACK; WILLIAM, 1998). Os alunos têm ideias e abordagens em relação ao trabalho que mudam seu engajamento e aprendizado (BOALER, 2016). Durante as atividades, eles fazem inúmeras escolhas, até nas salas de aulas mais restritivas, e elas mudam suas rotas de aprendizado. As intervenções projetadas pela equipe da Motion Math - dizer aos alunos, em momentos de dificuldade, que isso está sendo benéfico para o cérebro, e que seu aprendizado está crescendo - podem ser usadas por qualquer professor de matemática. Nas minhas próprias aulas, achei útil celebrar as dificuldades dos alunos. Quando me dizem "isso é difícil, não tô conseguindo terminar", escolho não me intrometer e ajudar, mas responder: "isso é muito bom, seu cérebro está crescendo, esses são os momentos mais importantes pra você". Na maioria dos casos, os alunos voltarão aos trabalhos e acabarão encontrando a resposta certa para o problema que estão tentando resolver.

Ensinar matemática de uma maneira que promova uma mentalidade positiva significa muito mais do que mudar as mensagens que damos aos alunos. As mensagens são importantes, mas se os professores colocarem cartazes de mentalidade nas paredes dizendo aos alunos "tente outra vez", e não oferecem novas estratégias, ou orientação

em momentos de incertezas, essas mensagens de nada servirão (DWECK, 2016). A orientação de mentalidade personalizada - incentivar os alunos em momentos cruciais de dificuldades - é parte importante de qualquer abordagem de mentalidade, principalmente quando o trabalho que recebem tem abertura suficiente para que vejam um caminho em direção ao crescimento (BOALER, 2016). Além de empoderar os professores, a orientação de mentalidade serve para alavancar o recurso mais subutilizado na educação: os próprios alunos.

ATIVIDADES FUTURAS

A equipe do Motion Math está expandindo esse experimento, explorando outras formas de impactar o aprendizado no ambiente digital, com resultados promissores. É importante ressaltar que ela está criando um ambiente digital que mimetiza algo que o professor consegue fazer em sala de aula, mas muitos produtos de tecnologia não: oferecer orientação personalizada. Para os alunos que parecem ter baixa autoestima, ela os incentiva mostrando suas vitórias passadas. Para o que parecem ter baixo autocontrole (por exemplo, ficam pulando pela sala e desistem com facilidade), ela os estimula a refletir e repensar antes de desistir de um nível. Para os alunos que parecem não ter um plano de progressão de níveis, ela oferece uma visualização interativa do cérebro, que os alunos fazem crescer por meio de níveis desafiadores. Para os alunos que parecem fazer pouco esforço, ela recorre à motivação altruísta, mudando a linguagem de "mostre o que você consegue fazer; faça o seu melhor" para "ajude-nos a melhorar nosso software e dê o seu melhor". Esta pequena alteração modificou o nível de esforço dos alunos em avaliações formativas em 5% ($p < .05$, em 1120 avaliações). Dar as mesmas intervenções a cada aluno não será de muita utilidade, pois aqueles que já são bastante focados e autocontrolados, por exemplo, não receberão ajuda alguma com mensagens que lhe dizem para não desistir. Elas são desnecessárias e potencialmente contraproducentes. Orientações personalizadas nos permitem intervir no momento certo, de modos escolhidos cuidadosamente, com os alunos que mais necessitam delas.

O ambicioso objetivo de longo prazo da orientação personalizada é ajudar os alunos a se tornarem aprendizes autodirigidos. Isso será parcialmente alcançado por professores munidos de rotas de aprendizado e escolhas de seus alunos em ambientes digitais de aprendizado. Durante o trabalho de rotina em sala, os professores podem prontamente observar sinais que os alunos enviam quando precisam de ajuda, tais como não ter confiança, evitar desafios, ou ser pouco perseverante. No entanto, esses sinais vitais (JANSEN, 2011) são mais difíceis de observar e corrigir quando os alunos trabalham com ferramentas digitais. Intervenções digitais cuidadosamente criadas podem preencher essa lacuna, e dados acessíveis aos professores podem revelar padrões digitais. A Motion Math começou a estabelecer essa comunicação com os professores através de um resumo sobre a mentalidade aberta para o

desenvolvimento do raciocínio, a confiança, a estratégia produtiva, e a autorregulação de cada aluno.

Após décadas de esforços para o desenvolvimento do aprendizado digital, a promessa da personalização - que permite aos alunos receber perguntas e orientação que dão suporte a seus interesses e objetivos - continua a ser cativante, mas ainda não se tornou realidade. Estamos confiantes de que a orientação de mentalidade personalizada, no ensino e em abordagens digitais é uma parte essencial dessa promessa. Uma das tarefas mais importantes dos professores é acabar com pensamentos derrotistas e improdutivos entre os alunos, que os adquirem quando aprendem que não são capazes de aprender conteúdos de alta complexidade. Para mudar essas mentalidades improdutivas, os professores precisam dar mensagens diferentes, mais abertas às experiências matemáticas e à orientação dirigida (como estabelecido em BOALER, 2016). Este artigo oferece ideias otimistas para a orientação, tanto no ambiente digital quanto de ensino, que podem incentivar o surgimento de alunos que enfrentam desafios e dificuldades, e gostam das pedras no caminho. Como educadores que acreditam em todos os alunos e querem inspirá-los a alcançar o máximo que puderem, talvez este seja o objetivo mais importante para nós.

Referências

BEILLOCK, Sian. **How the Body Knows its Mind: The Surprising Power of the Physical Environment to Influence How You Think and Feel.** Atria Books, 2015

BLACK, P.; WILIAM, D. **Inside the Black Box: Raising Standards through Classroom Assessment.** Phi Delta Kappan, October, 139-148, 1998.

BLACKWELL, L. S.; TRZESNIEWSKI, K. H.; DWECK, C. S.. Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. **Child Development**, v. 78, n. 1, p. 246-63, 2007.

BOALER, J. **Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential Through Creative Math, Inspiring Messages and Innovative Teaching.** São Francisco: Jossey-Bass, 2016.

BOALER, J.; ZOIDO, P.. Why Math Education in the US Doesn't Add Up. **Scientific American Mind**. Nov. 2016. Disponível em:
<https://www.scientificamerican.com/article/why-math-education-in-the-u-s-doesn-t-add-up/>

BOALER, J.; CHEN, L.; WILLIAMS, C.; CORDERO, M. (2016). Seeing as Understanding: The Importance of Visual Mathematics for our Brain and Learning. **Journal of Applied & Computational Mathematics**, v. 5 n. 5, 2016.

DWECK, C. S.. **Mindset The New Psychology of Success**. New York: The Random House Publishing Group, 2006.

JANSEN, Amanda; MIDDLETON, James. Motivation Matters and Interest Counts: Fostering Engagement in Mathematics. **National Council of Teachers of Mathematics**. 1906 Association Drive, Res-ton, VA 20191-1502, 2011.

LIN-SIEGLER, X., DWECK, C.S.; COHEN, G.L.. Instructional Interventions that Motivate Classroom Learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 108, n. 3, p. 295-299, 2016.

POPE, H.. How to Choose Math Games for Children. **New England Mathematics Journal**, v. 43, p. 40-46, 2016.

Agradecimentos

A pesquisa da Motion Math foi financiada pelo apoio generoso da Fundação Bill e Melinda Gates e a Fundação Noyce.

Agradeço a Michael Carter, Jack Dieckmann, Jeffrey Klein, Dave Paunesku, and Cathy Williams por seus comentários pertinentes.