

A ESCOLA PÚBLICA EM CRISE

*Inflexões, apagamentos
e desafios*

Carlota Boto
Vínicio de Macedo Santos

Vivian Batista da Silva
Zaqueu Vieira Oliveira

ORGANIZADORES

São Paulo
2020



FEUSP
Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo

DOI: 10.11606/9786587047119

A ESCOLA PÚBLICA EM CRISE

*Inflexões, apagamentos
e desafios*

Carlota Boto
Vinício de Macedo Santos

Vivian Batista da Silva
Zaqueu Vieira Oliveira

ORGANIZADORES



Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e autoria e respeitando a Licença *Creative Common* indicada.



Universidade de São Paulo

REITOR: *Prof. Dr. Vahan Agopyan*

VICE-REITOR: *Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandez*

Faculdade de Educação

DIRETOR: *Prof. Dr. Marcos Garcia Neira*

VICE-DIRETOR: *Prof. Dr. Vinício de Macedo Santos*

Direitos desta edição reservados à FEUSP

Avenida da Universidade, 308

Cidade Universitária - Butantã

05508-040 São Paulo - Brasil

(11) 3091-2360 E-mail: spdfe@usp.br

<http://www4.fe.usp.br/>



Catálogo na Publicação

(Biblioteca Celso de Rui Beisiegel)

(Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo)

E74 A escola pública em crise: inflexões, apagamentos e desafios. / Organizadores Carlota Boto, Vinício de Macedo Santos, Vivian Batista da Silva, Zaqueu Vieira Oliveira. São Paulo: FEUSP, 2020. 385 p.

Vários autores

ISBN: 978-65-87047-11-9 (E-book)

DOI: 10.11606/9786587047119.

1. Educação. 2. Educação - finalidades e objetivos. 3. Educação e estado - escolas públicas. 4. Escolas públicas - avaliação - Brasil. 5. Escolas públicas - aspectos sociais. 6. Política educacional. I. Boto, Carlota. (org.). II. Santos, Vinício de Macedo (org.). III. Silva, Vivian Batista da (org.). IV. Oliveira, Zaqueu Vieira (org.). V. Título.

CDD 22ª ed. 371.01

Concepções de matemática e implicações para a aprendizagem: um breve estudo

Zaqueu Vieira Oliveira

Introdução

“OS MATEMÁTICOS são uma espécie de franceses. Sempre que lhes dizemos algo, eles traduzem para a sua própria língua e imediatamente convertem em algo completamente diferente” (GÓMEZ-GRANELL, 1997, p. 257). Este pensamento, atribuído a Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), mostra mais do que uma histórica intriga entre alemães e franceses, mas uma visão estereotipada e distorcida da matemática.

Existem, inclusive, diversos casos em que não ter o mínimo de domínio do conhecimento matemático não é visto como algo ruim, mas gera até certo “orgulho”. Leiamos como exemplo uma história contada por Paulos (1990, p. 3):

Me vem à mente um caso que vivi em certa ocasião, em uma reunião, onde alguém estava soltando um discurso monótono sobre a diferença entre constantemente e continuamente. Mais tarde, na mesma noite, estávamos vendo as notícias na TV e o meteorologista disse que a probabilidade de chover no sábado era de 50 por cento e também era de 50 por cento no domingo, de onde concluiu que a probabilidade de chover durante o final de semana era de 100 por cento. A observação [do meteorologista] foi dada como certa pelo autodenominado gramático e, mesmo depois que expliquei o erro, ele não ficou tão indignado quanto teria ficado se o meteorologista deixasse um particípio pendente. De fato, diferentemente de outras falhas ocultas, o analfabetismo matemático é frequentemente exibido: “Não consigo nem equilibrar meu talão de cheques”, “Eu sou uma pessoa do povo, não uma pessoa do número” ou “Eu sempre odiei matemática”. Esse orgulho travesso da própria ignorância matemática se deve, em parte, ao fato de que suas consequências geralmente não são tão óbvias quanto as de outras deficiências. (PAULOS, 1990, p. 3, tradução nossa).

Assim como pensavam Goethe e o personagem da história de Paulos, diversas são as concepções ingênuas, preconceituosas e estereotipadas a respeito da matemática e do trabalho do matemático impregnadas na sociedade atual. De modo geral, o que não é facilmente percebido pelas pessoas é que tais visões são histórica e culturalmente construídas e perpetuadas em ambientes como a família, os diferentes meios de comunicação e até mesmo as escolas.

Sabemos que nos últimos séculos a matemática ganhou seu espaço no universo científico. Devido ao alto grau de rigor que os matemáticos exigem em seus estudos e pesquisas, tal disciplina ajuda a trazer mais confiabilidade aos conhecimentos científicos. E isso tem repercussão direta no modo como as pessoas recebem uma informação científica veiculada pela mídia. Quando uma informação dita “cientificamente comprovada” precisa ser veiculada, pode-se, por exemplo, recorrer a dados estatísticos. Evidência disso é que a expressão “as estatísticas comprovam que” tem sido frequentemente ouvida como forma de argumentação e justificativa científica. Números, tabelas, gráficos, porcentagens e outros aparatos matemáticos também são utilizados para dar a impressão de alta credibilidade à informação que está sendo apresentada.

Porém, a educadora Gómez-Granell (1997, p. 258) afirma que existe um paradoxo no qual a matemática está inserida: ao mesmo tempo em que ela é considerada “um dos conhecimentos mais valorizados e necessários nas sociedades modernas altamente ‘tecnologizadas’ [...] é também] dos mais inacessíveis para a maioria da população, confirmando-se assim como um importante filtro seletivo do sistema educacional”.

Avaliações, como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) ou o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), têm servido não somente para mostrar o fraco desempenho dos estudantes em matemática, mas também como forma de seleção para universidades públicas e particulares ou, no segundo caso, para distribuir bonificação para as escolas e professores com os ditos “melhores resultados”. Em certa medida, essas provas têm sido utilizadas para perpetuar desigualdades ao desqualificar o trabalho desenvolvido por parte significativa dos professores ou ao selecionar os estudantes supostamente mais hábeis para dar prosseguimento à sua formação.

Em outras palavras, se por um lado o conhecimento matemático tem tido papel fundamental para o desenvolvimento científico e tecnológico, por outro, ele tem servido, nos exames e provas, justamente como uma forma de seleção dos ditos “mais aptos” para ocuparem cargos de trabalho ou vagas em universidades. Segundo Boaler (2016), nesse sistema que testa os alunos constantemente, eles apenas aprendem a achar a resposta sem compreender aquilo que estão aprendendo, criando uma falsa impressão de que não existe a necessidade de criatividade na área da matemática. Tal conclusão contraria o preceito que os profissionais têm sobre a própria matemática, a chamada ciência das regularidades e dos padrões, que desenvolve o raciocínio lógico e a criatividade.

Boaler (2016) afirma que a matemática tem sido ensinada em um contexto diferente daquele que normalmente são lecionadas outras matérias. Ela é vista, por parte dos estudantes, como uma disciplina diferente das demais, com conhecimentos que servem somente para testar, condicionando-os a dar apenas respostas corretas para questões diretas, sem a necessidade de refletir em que contexto aquele conhecimento

foi desenvolvido, como ele pode ser aplicado ou, então, os motivos pelos quais os algoritmos funcionam de tal modo.

Gómez-Granell (1997) defende a ideia segundo a qual o conhecimento matemático possui um caráter estritamente formal e outro “referencial”; este último busca uma associação entre os símbolos matemáticos e situações da realidade do aluno. A autora reconhece que os símbolos só pertencerão ao domínio da matemática na medida em que eles se dissociarem de contextos específicos, embora seja importante considerar que tais situações são imprescindíveis para a aprendizagem da matemática.

Não consideramos efetivo um ensino totalmente mecanizado e formal, mas também não é possível uma aula que valorize a compreensão dos conteúdos de modo ingênuo, ou seja, acreditando que os alunos darão conta de compreender os aspectos formais somente por terem visto uma aplicação ou uma situação específica. Mais que isso, não acreditamos que um aluno aprenderá matemática somente porque o professor levou para a sala de aula um material manipulável ou um jogo. Torna-se importante o papel do docente como mediador no processo de aprendizagem permitindo uma compreensão dos conteúdos, levando o aluno a saber manipular os símbolos matemáticos e compreender os significados da linguagem matemática.

Embora tenha ocorrido um profundo avanço nas discussões sobre o ensino dessa disciplina, ainda há uma supervalorização dos aspectos técnico-formais da matemática, sem levar o aluno a compreender o que se está aprendendo. As experiências com um ensino tradicional focado na resolução de exercícios mecanizados contribuem para que os indivíduos acabem por acreditar que não dão conta de encarar problemas matemáticos, implicando crenças incorretas sobre a própria matemática e como a aprendemos. “Isso não é para mim!”, “Eu não nasci para exatas!” ou até mesmo “Eu não tenho cérebro matemático!” são algumas expressões que podem surgir a partir dessa experiência.

Boaler (2016) afirma que quando uma criança, na fase escolar, ouve das pessoas ao seu redor que a matemática é só para os ditos “inteligentes” e “geniais”, ela pode desistir, fracassar e detestar essa disciplina. Na visão da autora, a criança pode ir deixando lentamente de tentar entender o que está aprendendo, mesmo que ainda tenha alguma curiosidade sobre o assunto. Fecha-se um ciclo quando os responsáveis por um estudante, ao ouvirem que seu filho não vai bem em matemática, acreditam que está tudo bem e que só um indivíduo extremamente inteligente – alguém acima da média – conseguiria sair-se bem em matemática.

Há também um fenômeno contrário a esse que pode gerar pressão psicológica e emocional nos estudantes. Mundo afora, uma frase bastante disseminada tem afirmado que “asiáticos são bons em matemática”. Segundo Shah (2019), ao dizermos isso não os estamos elogiando, mas mostrando uma concepção racista e preconceituosa. Para o pesquisador, esta visão não somente normaliza os povos não asiáticos

como inferiores intelectualmente, mas também desumaniza os asiáticos, tornando-os verdadeiras máquinas de calcular. Para esse pesquisador, tal objetificação impõe, em sala de aula, uma “obrigação” ao estudante asiático de ser sempre hábil em matemática, de modo que seu erro normalmente não é tolerado.

Segundo Shah (2019), é verdade que em exames internacionais os asiáticos têm-se destacado em matemática, mas também existem países desse mesmo continente que não figuram em boas posições nos mesmos *rankings* educacionais. Além disso, comumente não se menciona que as mesmas nações cujos alunos são considerados bons em matemática também estão numa boa colocação em leitura e interpretação de textos.

Este trabalho tem, então, a finalidade de explorar algumas das concepções a respeito da matemática presentes na sociedade e como elas podem impactar na aprendizagem desta disciplina. Para isso, apresentamos aqui parte dos dados obtidos numa pesquisa realizada com estudantes dos cursos semipresenciais de Licenciatura em Pedagogia e Licenciatura em Matemática de uma instituição de ensino superior pública do Estado de São Paulo. O questionário foi aplicado no segundo bimestre de 2019 no início da disciplina obrigatória Educação Matemática.

Os estudantes que cursaram a referida disciplina tinham como uma de suas atividades opcionais a realização de uma entrevista com duas pessoas de qualquer idade, podendo ser amigos, familiares ou até mesmo desconhecidos. Como resultado, foram obtidos 737 questionários respondidos, porém as questões não eram obrigatórias, de modo que a quantidade total de respostas obtidas por questão pode variar. As questões que exploraremos neste capítulo são as seguintes:

1) Você acha que a Matemática foi inventada ou descoberta?

- Inventada
- Descoberta

2) A Matemática é útil?

- Sim
- Não
- Não sei

3) Para você, a Matemática tem alguma relação com a realidade?

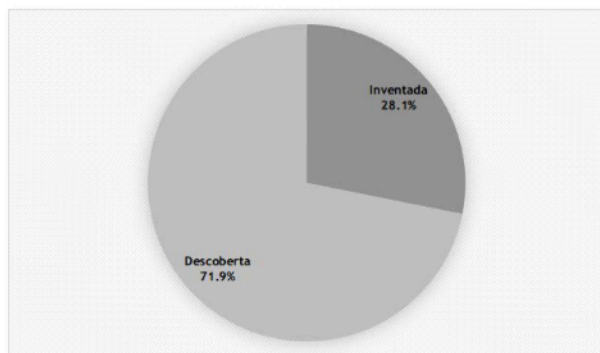
- Sim
- Não
- Não sei

Como é possível perceber, as perguntas apresentadas são genéricas e não nos permitem averiguar especificidades do pensamento de cada indivíduo participante. Diversos outros aspectos podem ter relevância para compreender as concepções aqui exploradas, por isso enfatizamos que seria necessário um estudo mais detalhado para entender as raízes de tais visões. Outras pesquisas podem trazer uma ideia mais aprofundada acerca da maneira como os estudantes da educação básica lidam com a matemática e como eles a concebem em sua realidade cotidiana. Outros estudos podem demonstrar como as pessoas relacionam os conhecimentos matemáticos às atividades de seu dia a dia após a idade escolar, como no trabalho, na economia doméstica e pessoal e na interpretação de informações veiculadas por intermédio de diferentes mídias. Ainda assim, os dados aqui apresentados nos permitem examinar, mesmo que brevemente, algumas questões gerais relacionadas à visão que as pessoas têm da matemática e como elas podem constituir-se em obstáculo na aprendizagem desta disciplina.

Matemática: invenção ou descoberta?

Dos 732 participantes que responderam à primeira questão – “Você acha que a matemática foi inventada ou descoberta?” –, 71,9% disseram que a matemática foi descoberta. Isso mostra que, em boa parte do imaginário popular, acredita-se que a matemática já existe *a priori*, é um conhecimento pré-existente à nossa existência como ser humano, e precisamos, em algum momento, somente descobrir as regras e as fórmulas que regem os padrões e regularidades presentes na natureza e em seus fenômenos.

Gráfico 1 – *Percentual de respostas para a questão 1: Você acha que a matemática foi inventada ou descoberta?*



Fonte: o autor, com base em dados da pesquisa.

Nessa perspectiva, a natureza e o mundo que nos cerca é regido por uma espécie de “matemática suprema e divina”. Sendo menos enfático, a matemática é uma linguagem que está por trás de cada fenômeno, mas segundo esse ponto de vista ela não foi inventada por nós. Ela seria uma espécie de “código de programação” que, ao ser decifrado, possibilitaria a compreensão e quiçá o controle da natureza ao nosso redor.

É possível afirmar também que nessa concepção incluem-se aqueles que veem a matemática como um tipo de conhecimento mágico e que ela só pode ser compreendida por indivíduos “geniais” e dotados de uma inteligência superior. São estas visões de matemática como divina, mágica e superior que vão ajudar a sustentar os pensamentos de quem acredita que “Eu sou uma pessoa do povo, não uma pessoa do número” ou “Eu não tenho cérebro matemático!”.

Voltemos um pouco na história. Na Antiguidade, entre os pitagóricos, os números eram considerados entidades reais: independentemente dos objetos que contamos e do modo como os escrevemos ou os denominamos, os números existem na natureza. Recentemente, essa mesma visão foi defendida por Tegmark (2008, p. 102, tradução nossa), ao afirmar que “nosso mundo físico é uma estrutura matemática”. Para o físico sueco, “uma estrutura matemática é abstrata, imutável, uma entidade existente fora do espaço e do tempo” (TEGMARK, 2008, p. 106, tradução nossa).

É importante perceber que, para aqueles que consideram que a matemática foi descoberta, ela não foi produzida nem pensada pelos seres humanos. Nesta perspectiva, acredita-se na existência de entidades, de uma linguagem e de um conhecimento supremo que regem a realidade em que estamos inseridos. E esta linguagem seria a matemática.

Contudo, alguns matemáticos não defendem este ponto de vista. O alemão Dedekind (1831-1916), por exemplo, numa carta enviada em 1888 para seu conterrâneo Weber (1842-1913), afirmou que “somos de uma raça divina e indubitavelmente possuímos o poder de criar, não somente nas coisas materiais (ferrovias, telégrafos), mas especialmente nas coisas da mente” (DEDEKIND, 1996, p. 835). Quando Dedekind diz isso, ele remete ao fato de sermos seres dotados de inteligência suficiente para encontrar os possíveis padrões presentes na natureza e teorizar acerca deles, criando, assim, conhecimentos que generalizam e abstraem tais ideias. Nessa mesma linha de pensamento, é atribuída ao matemático Kronecker (1823-1891) a seguinte frase: “Deus fez os inteiros, todo o resto é trabalho do homem”.

Já Einstein (1879-1955) afirmou: “Como pode ser que a matemática – que é, afinal de contas, um produto do pensamento humano independente da experiência – seja tão admiravelmente adequada aos objetos da realidade?” (EINSTEIN, 2005, p. 665). Na perspectiva do físico alemão, a matemática é uma criação humana, mas o mais interessante de sua fala está justamente na conexão com a realidade: como esse conhecimento desenvolvido por seres humanos poderia explicar tão bem a realidade que vivemos? Talvez seja neste ponto que aqueles que defendem a matemática como conhecimento descoberto se apoiem, pois a veem como algo tão perfeito que entendem que não teríamos condições de criá-la.

A ideia deste trabalho não é defender uma ou outra opinião, mas observar como elas podem influenciar, mesmo que inconscientemente, o modo como concebemos a matemática e, conseqüentemente, como a aprendemos.

Uma das características mais importantes do conhecimento matemático é a dedução que, segundo o Dicionário Houaiss (2020), é o “processo de raciocínio através do qual é possível, partindo de uma ou mais premissas aceitas como verdadeiras (p. ex., A é igual a B e B é igual a C), a obtenção de uma conclusão necessária e evidente (no ex. anterior, A é igual a C)”. Por outro lado, o raciocínio indutivo é aquele a partir do qual procura-se chegar ao conhecimento de algo mais amplo e geral tendo como ponto de partida os casos particulares, suas regularidades e padrões.

Ao partirmos de experiências e de fatos isolados, por meio de processos cognitivos complexos, reunimos estas diversas experiências e aos poucos formulamos conhecimentos mais gerais. Este fenômeno que parte dos efeitos para a causa, das conseqüências para os princípios, da experiência para a teoria, denominamos anteriormente de indução. Na matemática, porém, o pensamento baseia-se na dedução, partindo sempre de uma ou mais premissas aceitas como verdadeiras para compreender casos evidentes e verificáveis a partir delas.

Para exemplificar, de modo bastante simplório, diríamos que a matemática é uma ciência dedutiva e a astronomia é indutiva: enquanto a primeira se baseia no menor número possível de premissas genéricas concebidas como verdadeiras – o exemplo

mais clássico é o dos cinco postulados presentes na obra *Elementos*, de Euclides (300 a.C.), que fundamentam toda a geometria euclidiana – gerando e justificando todo o “edifício matemático”, a astronomia é uma ciência que se desenvolveu historicamente por meio da experiência – exemplo disso são as leis do movimento planetário, que só puderam ser desenvolvidas por Kepler (1571-1630) por intermédio de estudos minuciosos das observações feitas anteriormente por Brahe (1546-1601).

Peirce (1839-1914) trouxe contribuições enormes para este debate ao inserir uma terceira categoria de inferências, a do raciocínio abdutivo. Segundo o filósofo norte-americano, a lógica tradicional, com a dedução e a indução, não daria conta de explicar a criação de teorias sobre o raciocínio, pois, embora as experiências dos sentidos sejam singulares, elas possuem elementos passíveis de generalização, de modo que também é importante considerar o conhecimento hipotético, uma inferência de algo que pode ser, um raciocínio que ocorre quando já há indícios para que o indivíduo chegue a determinada conclusão. Para Peirce (2000), esse tipo de raciocínio não garante a veracidade das conclusões, há a possibilidade do falibilismo; contudo, é uma faculdade da mente humana de obter conhecimentos que se inclinam para uma suposta verdade. Toda esta discussão tem tido extrema importância nas pesquisas em Educação Matemática.

Embora de modo geral o raciocínio matemático seja classificado como dedutivo, autores como Polya (1954) afirmam que o raciocínio indutivo, apesar de estar mais ligado ao desenvolvimento das ciências naturais, também aparece na matemática, em probabilidade e estatística, por exemplo. Por outro lado, pesquisadores como Rivera e Becker (2009) consideram a abdução como parte integrante da aprendizagem na matemática. Já Font e Contreras (2008) afirmam que tanto o processo de generalização como o de particularização são importantes para o ensino e para a aprendizagem da matemática.

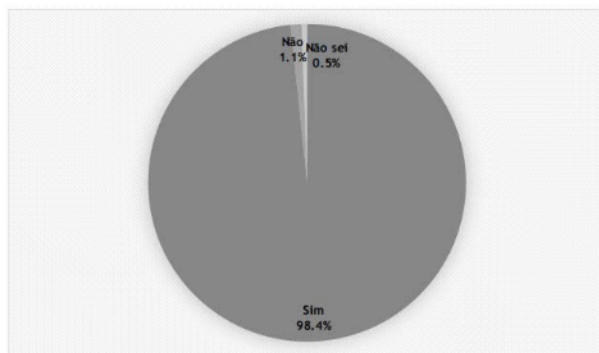
Deste modo, um ensino de matemática que priorize os aspectos formais desde os primeiros anos de escolaridade, sem levar o estudante a compreender a origem por trás de cada conceito, as causas de cada etapa em um algoritmo, as possibilidades de aplicação ou a promoção da discussão de exemplos e casos particulares, pode levar à formação de estudantes que, nos melhores casos, somente dominam técnicas e regras.

Essa inserção precoce em uma versão reduzida de matemática, como disciplina das regras e fórmulas, pode realmente fazer o estudante acreditar que ela é um tipo de saber que existe *a priori*. Isto ajuda a perpetuar a ideia de que, para poder dominar a matemática, é preciso ser um indivíduo genial e dotado de uma capacidade mental superior.

A “utilidade” da matemática

Em relação à segunda questão – “A matemática é útil?” –, obtivemos os seguintes dados:

Gráfico 2 – *Percentual de respostas para a questão 3: A matemática é útil?*



Fonte: o autor, com base em dados da pesquisa.

Dos 730 participantes que responderam a esta questão, 98,4% acreditam que a matemática é útil. Mas de que utilidade da matemática estamos falando? Do troco do mercado? Das proporções entre os ingredientes na culinária caseira? Das medidas que fazemos ao construir uma casa? Dos juros bancários? Da linguagem de programação de um computador? Da tecnologia necessária para fazer um avião decolar? Para prever e interpretar fenômenos, como a taxa de contágio de um vírus em uma epidemia ou pandemia? Na verdade, a utilidade da matemática pode estar nisso tudo e em muito mais coisas. Você já parou para pensar que, quando escreve algo em um caderno, você depende não somente do conhecimento de gramática, mas também de sua percepção viso-espacial? E que, ao olhar no espelho para se maquiar ou para fazer a baliza em um carro, também depende de capacidades espaciais? De algum modo, a matemática está presente no desenvolvimento das ciências e da tecnologia, mas também vinculada a diversas questões práticas e utilitaristas do dia a dia das pessoas, mesmo que não se perceba.

Porém, é importante mencionar que uma visão utilitarista da matemática acaba por dar a ela um papel extremamente reduzido. Essa área de conhecimento pode estar relacionada à intelectualidade e ao desafio que ela pode proporcionar. Neste grupo entram aqueles que acreditam que a matemática ajuda no desenvolvimento do raciocínio lógico e dedutivo dos estudantes. Mas, mais que isso, o que temos de perceber é que, à medida que as pesquisas matemáticas avançam, elas podem parecer não ter conexão direta com nossa realidade, e isso não quer dizer que ela não

possa, no futuro, ser aplicada a algo. Contudo, para o matemático pesquisador, essa possibilidade de aplicação não importa, pois a ele cabe continuar realizando suas pesquisas dentro do âmbito da matemática. O desenvolvimento das geometrias não euclidianas, por exemplo, ocorreu bem antes das descobertas de Einstein em relação à física quântica, para as quais tiveram suma importância. A matemática pode, em diversos casos, ser estudada “dentro de sua própria bolha”, sem se preocupar em ser ferramenta de pesquisa para outras áreas, onde seus conhecimentos terão alguma finalidade.

Claro que no dia a dia queremos perceber a utilidade daquilo que estudamos, mas também não podemos deixar de valorizar o aspecto intelectual que a matemática pode nos fornecer, como o desenvolvimento do raciocínio lógico, além do trabalho com a abstração. Acreditar que essas capacidades não são importantes para o desenvolvimento pessoal ou que dependem de uma capacidade inata é um mito. Como afirmam Kimball e Smith (2013):

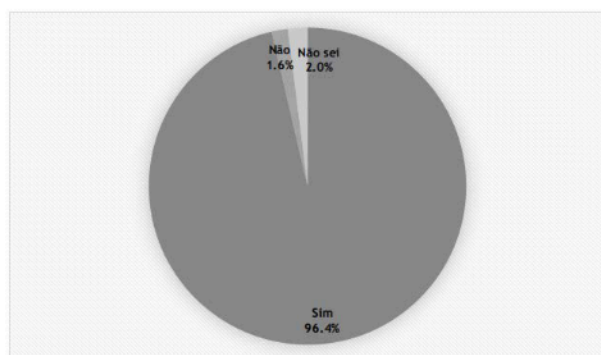
A verdade é que você provavelmente é uma pessoa matemática e, pensando o contrário, possivelmente está prejudicando sua própria carreira. Pior, você pode estar ajudando a perpetuar um mito pernicioso que está prejudicando crianças carentes – o mito da habilidade matemática genética inata.

O fato é que a ideia de que ser inteligente ou bom em matemática depende de uma capacidade inata é errônea e prejudicial. Certamente existem aqueles estudantes que possuem mais facilidade nas habilidades requeridas em matemática, mas isso não exclui a possibilidade que todos temos de ter o mínimo de domínio e compreensão da matemática que nos é ensinada até o ensino médio.

Matemática e realidade

Para a terceira questão – “Para você, a matemática tem alguma conexão com a realidade?” –, obtivemos os seguintes resultados:

Gráfico 3 – *Percentual de respostas para a questão 2: Para você, a matemática tem alguma conexão com a realidade?*



Fonte: o autor, com base em dados da pesquisa.

Vemos que 96,4% dos 730 entrevistados acreditam que a matemática tem alguma conexão com a realidade. Esta questão é bastante genérica e não nos permite perceber o sentido que os participantes estão atribuindo ao termo “realidade”. A palavra pode estar sendo usada (i) tanto para se referir ao cotidiano, ou seja, às atividades e locais que rodeiam cada indivíduo (ii) quanto para tratar de algo mais amplo relacionado à compreensão da matemática como uma forma de expressar as leis da natureza.

Ao olharmos para as interpretações acima, podemos fazer uma conexão entre as concepções abordadas na primeira questão e as que suscitam desta questão. No primeiro caso, acreditam em uma matemática inventada pelos seres humanos aqueles que consideram que tal disciplina existe como uma forma de interpretação e explicação da realidade. No segundo caso, a matemática já existiria como base para o funcionamento da natureza e de seus fenômenos e teria sido descoberta, ou seja, neste caso, a matemática seria a própria realidade.

Porém, os significados de “realidade” são muito mais complexos. Em uma das possibilidades, o termo “indica o modo de ser das coisas existentes fora da mente humana ou independente dela” (ABBAGNANO, 2007, p. 831). Existe também a palavra “idealidade”, que “indica o modo de ser daquilo que está na mente e não pode ser ou ainda não foi atualizado nas coisas” (ABBAGNANO, 2007, p. 831). Esta dualidade realidade-idealidade foi e continua sendo temática de pesquisa de inúmeros

estudiosos, como Platão (428/472 a.C.-348/347 a.C.), Descartes (1596-1650) e Kant (1724-1804).

Em matemática, o exemplo clássico remete-nos ao pensamento platônico que diria que na realidade existem diversos triângulos, porém, eles são considerados meras cópias imperfeitas com as mesmas características de um triângulo perfeito pertencente ao mundo ideal. A realidade, para Platão, seria imperfeita, pois está sempre mudando, e ela só poderia ser compreendida por meio dos modelos imutáveis do mundo ideal que existe para além dos nossos sentidos.

Essa discussão filosófica é grande e não é nosso foco, mas nos ajuda a compreender como se fundamenta uma concepção de que a matemática é para indivíduos geniais, pois sua compreensão dependeria não somente dos sentidos, mas das capacidades intelectuais de abstração e generalização. Embora tais capacidades possam ser desenvolvidas ao longo da vida de um indivíduo, ainda assim acaba-se acreditando que poucos poderão atingi-las.

A questão tende a se tornar ainda mais complexa quando buscamos apreender o sentido dos termos “concreto” e “abstrato”. Concreto associa-se ao que denominamos como realidade na medida em que consideramos aquilo que podemos perceber por meio dos sentidos, enquanto abstrato refere-se ao processo cognoscitivo que busca extrair as características essenciais de coisas particulares. Porém, alguns autores afirmam que não importa o quão abstrato e generalizado é o conhecimento matemático, pois ele sempre terá alguma referência na realidade. Neste sentido, Gonsseth (1890-1975) afirmou que “em toda construção abstrata há um resíduo intuitivo (da experiência concreta) que é impossível eliminar” (GONSETH, 1974, p. 107, tradução nossa). Há aqui, então, uma defesa clara de que toda abstração matemática tem uma origem em algo concreto, termo aqui usado num sentido ligado ao empírico.

A história da matemática mostra diversos exemplos de teoremas e conceitos que surgem a partir da experiência, do convívio em sociedade, da resolução de problemas práticos ou, então, de curiosidades intelectuais. E, mesmo que alguns fenômenos tenham sido demonstrados primeiramente por uma pesquisa puramente matemática, isso não quer dizer que é a matemática que está moldando a realidade.

Em certa medida, uma abstração também pode ser considerada algo concreto. Pensemos, por exemplo, no número como a ideia de quantidade que está envolvida no ato de contar, ordenar ou medir. Em algum momento da história, como consequência de situações e necessidades específicas de cada local e período histórico, houve a necessidade de se desenvolver uma maneira de facilitar a comunicação da quantidade de algo que estava sendo contado. Surge, então, o que denominamos de numeral, ou seja, uma representação abstrata do número. Um numeral pode ser algo abstrato quando se trata dessa ideia básica, a de representar um número, mas também pode ser algo concreto na medida em que os problemas matemáticos se tornam mais

complexos, como a resolução de uma equação ou de uma função. Nestes conceitos, o nível de abstração aumenta e o número passa a ter um papel específico na busca de uma solução para o problema proposto.

Em relação à abstração, Roque (2012, p. 32) afirma que “a matemática lida com conceitos que não parecem corresponder à realidade sensível, caso dos números negativos, irracionais ou complexos” ou mesmo das ideias geométricas de ponto e reta. O artigo “The unreasonable effectiveness of mathematics in the physical sciences” (WIGNER, 1960) aborda justamente como os números complexos parecem ser algo tão incoerente com nossa realidade, mas ao mesmo tempo têm grande importância no universo científico.

Neste sentido, é possível perceber alguns dos motivos pelos quais um indivíduo não compreende o que está sendo ensinado.

Um dos fatores que contribuem para que a matemática seja considerada abstrata reside na forma como a disciplina é ensinada, fazendo-se uso, muitas vezes, da mesma ordem de exposição presente nos textos matemáticos. Ou seja, em vez de partirmos do modo como um conceito matemático foi desenvolvido, mostrando as perguntas às quais ele responde, tomamos esse conceito como algo pronto. (ROQUE, 2012, p. 30)

De fato, ao buscarmos evidências da origem do termo “matemática”, veremos que este não tem relação com uma visão reduzida de que esta área de estudos e pesquisas lida somente com números e formas. É possível traçar uma interpretação etimológica:

[...] a partir dos significados dos termos gregos a partir dos quais se origina a palavra latina *mathematica*: o substantivo *mathema* que significa “estudo”, “ciência” e “conhecimento”; o verbo *manthano* “aprender”, “estudar” e “entender” e; o adjetivo *mathematikós* que é o “dedicado ao estudo”. A partir disso, podemos dizer que estes termos estão relacionados ao ensinar (em latim *docere*) e ao aprender (*discere*), palavras que deram origem em latim a *doctrina* e *disciplina*, respectivamente. (OLIVEIRA, 2015, p. 47).

Isso mostra que a origem da palavra matemática tem relação direta com as ações de aprender e ensinar, independentemente do tipo específico de conhecimento envolvido. Araújo Júnior (2010) afirma, por exemplo, que na obra de Platão o termo grego *mathematikós* só aparece duas vezes, sempre se referindo à aprendizagem.

O que se sabe é que ao longo do tempo o termo matemática foi recebendo outros significados, mas na Antiguidade já estava relacionado à aritmética e à geometria. Mais adiante, a matemática vai ser concebida como algo mais amplo que o estudo dos números e formas geométricas e incluirá também o estudo de tudo aquilo que pode ser quantificado. Para se ter uma ideia, música e astronomia foram por muito tempo parte das “matemáticas”. O termo acabou sendo utilizado no plural, pois se referia a um conjunto de disciplinas que realizavam o “estudo das quantidades”, ou seja, toda

disciplina que tinha como objeto de estudo aquilo que podia ser quantificado, como os sons ou o movimento das esferas celestes (OLIVEIRA, 2015).

Se, por um lado, percebemos que a origem etimológica da palavra matemática não tem relação direta com o que estudamos hoje, a história desta disciplina nos mostra também que ela esteve, por muito tempo, impregnada daquilo que Gómez-Granell (1997) denomina de “significado referencial”. A autora defende, então, um ensino de matemática em que a abstração e a generalização sejam trabalhadas gradativamente, à medida que os conteúdos vão sendo ensinados, em conjunto com suas possibilidades de conexão com a realidade dos estudantes.

O erro dos alunos também não pode ser desconsiderado. Erros fizeram parte da história do desenvolvimento da matemática, do aprendizado do docente e certamente também devem ser aceitos como integrantes do processo de aprendizagem dos alunos.

O erro não é somente o efeito da ignorância, da incerteza, do acaso, como se acredita nas teorias empiristas ou behavioristas da aprendizagem, mas o efeito de um conhecimento anterior, que tinha seu interesse, seu sucesso, mas que agora se revela falso, ou simplesmente inadaptado. Os erros desse tipo não são instáveis e imprevisíveis, eles são constituídos em obstáculos. (BROUSSEAU, 1983 *apud* CURY, 2008, p. 30-31).

Os erros podem ter sua origem em conhecimentos prévios dos estudantes, de que muitas vezes, como professores, não nos damos conta. Por isso, nas aulas de matemática torna-se importante o desenvolvimento de atividades nas quais o aluno precise recorrer a justificativas para as suas respostas. Na medida em que os estudantes se acostumam a dar não apenas respostas a exercícios, mas principalmente argumentar e explicar as soluções propostas por eles, estamos formando alunos hábeis em matemática, além de indivíduos críticos e reflexivos.

À guisa de conclusão

Enfatizamos que este trabalho é somente um esboço acerca de algumas concepções de matemática presentes na sociedade. Conforme discutimos o conjunto dos dados acima, percebemos uma grande gama de percepções, ora conscientes, ora inconscientes, acerca dessa disciplina, nas quais prevalecem concepções de certa utilidade e conexão da matemática com a realidade.

Certamente, tais visões são impregnadas de ideias que não estão claras na mente dos indivíduos. Para muitos, entende-se que há uma utilidade ou uma conexão com a realidade, mas não se percebe claramente como isso ocorre. Esse fenômeno certamente gera nas pessoas a necessidade de aulas que abordem a matemática de modo mais concreto, buscando sentido para seus aspectos mais formais. Sendo assim,

cabe ao professor mediar atividades que façam essa conexão ficar mais clara e tragam significado para os conteúdos matemáticos.

Possivelmente, quando as pessoas pedem que a matemática se torne mais “concreta”, elas podem não querer dizer, somente, que desejam ver esse conhecimento aplicado às necessidades práticas, mas também que almejam compreender seus conceitos em relação a algo que lhes dê sentido. E a matemática pode ser ensinada desse modo, mais “concreto”, desde que seus conceitos sejam tratados a partir de um contexto. Isso não significa necessariamente partir de um problema cotidiano, e sim saber com o que esses conceitos se relacionam, ou seja, como podem ser inseridos em uma rede de relações. (ROQUE, 2012, p. 32).

Consideramos, então, que o ensino da matemática deve ser focado no ensino dos conceitos a partir de um contexto que pode ser trazido por meio da aplicação em um problema cotidiano da realidade dos estudantes, mas o professor também pode buscar relações com outras ideias. O uso de jogos, de materiais manipuláveis, assim como abordar momentos históricos do desenvolvimento dos conceitos e ideias matemáticas, têm o potencial de evidenciar o lado concreto do fazer matemática, tornando-a mais compreensível.

Aproximar os conceitos e as ideias da matemática é mais que torná-la útil para os estudantes em seu convívio na sociedade: é buscar formas de diminuir as diferenças causadas pela desigualdade de acesso ao conhecimento, que no decorrer do tempo tornou-se justificativa da meritocracia e das desigualdades sociais. Retirar da matemática o papel de filtro seletivo por meio de um ensino que priorize, ao mesmo tempo, aspectos formais e referenciais, torna-se forma de luta contra as desigualdades de acesso à formação e ao trabalho. Possuindo significado para o estudante, a matemática torna-se também ferramenta de criticidade, reflexão, ação e transformação.

Referências

- ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ARAÚJO JÚNIOR, Anastácio Borges de. A natureza dos números na República de Platão. *Kriterion*, Belo Horizonte, n. 122, p. 459-471, 2010.
- BOALER, Jo. *Mathematical mindsets: unleashing students' potential through creative math, inspiring messages, and innovative teaching*. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.
- CURY, Helena Noronha. *Análise de erros: o que podemos aprender com a resposta dos alunos*. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

DEDEKIND, Julius Wilhelm Richard. Letter to Heinrich Weber. In: EWALD, William. *From Kant to Hilbert: a source book in the foundations of mathematics*. v. 2. Oxford: Clarendon, 1996. p. 834-836.

EINSTEIN, Albert. Geometria e experiência. Tradução Valter Alnis Bezerra. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 3, n. 4, p. 665-675, 2005.

FONT, Vincenç; CONTRERAS, Ángel. The problem of the particular and its relation to the general in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, v. 69, n. 1, p. 33-52, 2008.

GÓMEZ-GRANELL, Carmen. A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado. In: TEBEROSKY, Ana; TOLCHINSKI, Líliliana (org.). *Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica, ortográfica, textual e matemática*. Tradução Stela Oliveira. São Paulo: Ática, 1997. p. 257-282.

GONSETH, Ferdinand. *Les fondements des mathématiques: de la géométrie d'Euclide à la relativité générale et à l'intuitionnisme*. Paris: Blanchard, 1974.

HOUAISS, Antônio. *Dicionário da língua portuguesa*. [S.l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br>. Acesso em: 1 maio 2020.

KIMBALL, Miles; SMITH, Noah. The Myth of "I'm Bad in Math". *The Atlantic*, 28 out. 2013. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/education/archive/2013/10/the-myth-of-im-bad-at-math/280914/>. Acesso em: 28 jan. 2020.

OLIVEIRA, Zaqueu Vieira. *A classificação das disciplinas matemáticas e a Mathesis Universalis nos séculos XVI e XVII: um estudo do pensamento de Adriaan van Roomen*. 2015. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2015.

PAULOS, John Allen. *Innumeracy: mathematical illiteracy and its consequences*. New York: Vintage Books, 1990.

PEIRCE, Charles Sanders. *Semiótica*. Tradução de José Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 2000.

POLYA, George. *Mathematics and plausible reasoning*. 2 v. Princeton: Princeton University Press, 1954.

RIVERA, Ferdinand D.; BECKER, Joanne Rossi. Algebraic reasoning through patterns: findings, insights, and issues drawn from a three-year study on patterns are

intended to help teach prealgebra and algebra. *Mathematics Teaching in the Middle School*, Reston, v. 4, n. 15, p. 213-221, 2009.

ROQUE, Tatiana. *História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas*. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

SHAH, Niral. “Asians are good at math” is not a compliment: STEM Success as a threat to personhood. *Harvard Educational Review*, Cambridge, v. 89, n. 4, p. 661-686, 2019.

TEGMARK, Max. The mathematical universe. *Foundations of Physics*, v. 38, n. 2, p. 101-150, 2008.

WIGNER, Eugene P. The unreasonable effectiveness of mathematics in the physical sciences. *Communications in Pure and Applied Mathematics*, New York, v. 13, n. 1, p. 1-14, feb. 1960.