ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Matemática: Uma Construção Humana ante a Complexidade dos Fenômenos e da Realidade

Mathematics: A Human Construction in the face of the Complexity of Phenomena and Reality

Lênio Fernandes Levy

Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil – leniolevy@ufpa.br

Palavras-chave: Complexidade. Cognição. Criações. Matemática. Reflexões pedagógicas.

Resumo: A pesquisa descrita nas laudas que se seguem é teórico-bibliográfica e volta-se para a discussão acerca de duas visões opostas sobre a natureza da matemática: descoberta x criação. Um exame histórico conduz à compreensão de que a matemática primordial ancorava-se na indução, além de ser assumida como descoberta e como algo equivalente aos fenômenos analisados. Com o decorrer do tempo, a matemática, em especial a dedutiva, complexificou-se, gerando modelos cada vez mais aprimorados. Ainda assim, os modelos estavam (e estão) distantes da complexidade dos fenômenos e, em última instância, afastados da presumida realidade. Tal separação é indicativa (Obs.: eis o cerne da perquirição exposta neste texto) de que a matemática (indutiva ou dedutiva) redunda de elaborações, ao invés de provir de descobertas. A propositura de reflexões, no ambiente escolar, acerca da essência da matemática, constitui-se numa das necessidades defendidas pelo autor do presente artigo. Entre outras coisas, tais reflexões, favorecendo a ideia de *matemática-criação*, elevariam a autoestima dos estudantes, que começariam a acolher a matemática como algo abarcável pelas fronteiras da capacidade das pessoas em geral.

Keywords: Complexity. Cognition. Creations. Mathematics. Pedagogical reflections.

Abstract: The research described in the following pages is theoretical and bibliographic, and focuses on the discussion about two opposing views on the nature of mathematics: discovery x creation. A historical examination leads to the understanding that primordial mathematics was anchored in induction, in addition to being assumed as a discovery and as something equivalent to the analyzed phenomena. Over time, mathematics, especially deductive, has become more complex, generating increasingly improved models. Even so, the models were (and are) far from the complexity of the phenomena and, ultimately, away from the presumed reality. Such a separation is indicative (Obs.: here is the core of the inquiry exposed in this text) that mathematics (inductive or deductive) results from elaborations, instead of coming from discoveries. The proposition of reflections, in the school environment, about the essence of mathematics, constitutes one of the needs defended by the author of the present article. Among other things, such reflections, favoring the idea of *mathematics-creation*, would raise the students' self-esteem, who would begin to accept mathematics as something encompassable by the limits of the capacity of people in general.

Os primórdios

Os pesquisadores e os docentes de matemática, possivelmente em sua maioria, julgam que tal área ou disciplina não seja resultante de criações, mas de descobertas, correspondendo a um conjunto de conceitos e de propriedades livres da existência e da ingerência humanas. Não é exagero imaginar que as convicções abraçadas por especialistas da investigação – a exemplo de Viana (2021) – e do magistério consigam chegar aos indivíduos leigos, não associados diretamente à pesquisa e ao ensino de matemática, a ponto de eles, à vista disso, também acabarem por compartilhar da ideia relativa à *matemática-descoberta*.

O referido tipo de pensamento, com efeito, angariou e, desde há muito, vem angariando significativa quantidade de adeptos, dando margem, mormente em comunidades de estudiosos, a inúmeros segmentos epistemológicos, dentre eles o platonismo, corrente de origem grega, que buscava e busca concatenar o abstracionismo com a realidade.

Não obstante haver nascido dois mil e quatrocentos anos atrás e, nas palavras de diversos filósofos contemporâneos, estar anacrônica, a vertente platônica acerca da natureza da matemática é adotada, conscientemente ou não, por uma grande parcela de investigadores e de professores da atualidade. A seguinte declaração teria sido bem-recebida em eras pregressas (não causando espanto a matemáticos e a ensinantes de outrora), todavia é hodierna:

> Devo confessar uma experiência quase mística que me ocorre quando trabalho num problema matemático, uma experiência que parece impor-se de fora para dentro. Tenho, muitas vezes, a estranha sensação de que a resposta *está lá*, de algum modo, e de que existe independentemente de eu pensar nela ou não. Quando surge uma solução (se é que surge), tenho a avassaladora impressão de havê-la descoberto, e não criado (DEWDNEY, 2000, p. 10).

De acordo com Silva (2007), o pressuposto de que a matemática é uma ciência que pertence a um plano concomitantemente abstrato e real, o qual transcende o mundo perceptível, mantém-se como dogma natural dos matemáticos. Os platonistas, ainda hoje, almejam vigorosamente transformar esse grupo de noções em uma filosofia coerente (SILVA, 2007). Além disso:

> Para o platonista a matemática explora certos domínios abstratos (isto é, não concretos) de existência, assim como as ciências empíricas exploram domínios concretos. Isso de alguma forma justifica uma persistente crença "ingênua" de todo o matemático: que ele investiga realidades objetivas e busca verdades que estão aí para serem descobertas. Na perspectiva platonista o matemático não cria, mas descobre (SILVA, 2007, p. 64-65).

A matemática desenvolveu-se, a princípio, e bem antes dos gregos, vinculada a observações espontâneas e a experiências cotidianas do ser humano. Algumas dessas observações e experiências tinham a ver com a necessidade de resolverem-se questões práticas e/ou problemas de sobrevivência.

Nesse sentido, o critério usual, em termos cognitivos, era a indução, quer dizer, era a aceitação de um processo ou produto mental como verdadeiro (ato extensivo – e até encarado à época como equivalente – ao *pensar-fazer* matemático) quando sua abonada semelhança com um padrão estipulado, considerada igualdade, permitia-lhe a inserção em uma categoria ou classe.

Esse tipo corriqueiro de atitude intelectiva, muito depois, por conta de sua submissão ao crivo do rigor, passou a fazer parte de dinâmicas sistematizadas de cogitação. Aliás, Japiassú e Marcondes (1996, p. 142) afirmam que indução é: “[...] Em lógica, forma de raciocínio que vai do particular ao geral, ou seja, que procede à generalização a partir da repetição e da observação de uma regularidade em um certo número de casos”.

Outrossim, tendia-se, na noite dos tempos, a achar que a representação refletia o *fenômeno*[1] a que ela dizia respeito. Eis um equívoco que atravessou os séculos e que ainda é frequente em nossos dias (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996) ao representarem-se por meio da matemática coisas que lhe são externas[2].

Sabemos, igualmente, que a matemática primeva, no que toca a explicações de fenômenos, não atingia e não trazia em si própria a complexidade que ora entendemos haver em tais fenômenos. Se, no presente (e nascente) milênio, a referida complexidade, na melhor das hipóteses, está longe de ser alcançada, então não nos é difícil imaginar o que acontecia, digamos, na infância da nossa espécie.

Posteriormente, em determinados contextos culturais da antiguidade (com destaque a sociedades da Grécia), engenhou-se a matemática de cunho dedutivo, que serviu de matriz para o matematizar predominante nas universidades e nos centros de pesquisa de hoje.

Cumpre-nos ressaltar, entretanto, que a dedução, como modalidade de raciocínio natural ou espontâneo, já compunha, bem antes, o cabedal de recursos mentais de que se valiam as pessoas ao travarem contato com o mundo à sua volta. Mas foi na Grécia que a matemática juntou-se ostensivamente ao *pensamento dedutivo*, tornando-se, daí para a frente, cada vez mais rigorosa e sistematizada, a ponto de denotar o que designamos, na atualidade, de matemática formal.

Grosso modo, no campo da lógica, o raciocínio dedutivo inicia-se com noções e propriedades convencionadas como verdadeiras, das quais e com as quais, mediante encadeamentos tidos como razoáveis, chega-se a outras noções e propriedades também assumidas como verdadeiras. Conforme Japiassú e Marcondes, dedução é:

[1] “Na filosofia de Kant, o termo ‘fenômeno’ adquire um sentido particular, por oposição a ‘número’. O ‘número’ designa a coisa em si, tal como existe fora dos quadros do sujeito. Quanto ao ‘fenômeno’, designa o objeto de nossa experiência, ou seja, aquilo que aparece nos quadros que lhe conferem as formas *a priori* da sensibilidade e as leis do entendimento” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996, p. 101).

[2] Obviamente, podemos usar a matemática para representar algo que lhe seja interno. Neste artigo, porém, damos ênfase às representações matemáticas de coisas que cremos estarem fora da matemática.

> Raciocínio que nos permite tirar de uma ou várias proposições uma conclusão que delas decorre logicamente. Em outras palavras, operação lógica que consiste em concluir a partir de uma ou várias proposições, admitidas como verdadeiras, uma ou várias proposições que se seguem necessariamente (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996, p. 63).

A matemática dedutiva grega distinguia-se, pois, da (e, na esfera epistemológica, contrapunha-se à) originária matematização de caráter indutivo, que era praticada até então pelas demais coletividades humanas e é praticada mesmo agora por boa parte, se não pelo grupo majoritário, dos sujeitos que não integram ambientes acadêmicos. Assinalamos que a dedução encaminha-se do geral ao particular (ou do geral ao menos geral); a indução, por sua vez, dirige-se do particular ao geral (ou do particular ao menos particular).

Vale salientar que a matematização de essência indutiva, cuja base mais remota é ligada ao *senso comum*[3], dificilmente não participou do advento da matemática dedutiva (LEVY, 2016), de berço grego, a qual, uma vez estabelecida, evoluiu e passou a retroagir sobre a própria matematização atinente ao senso comum, exercendo influxos criativos sobre ela. Essa circularidade, envolvendo causa e efeito, reporta-nos a Edgar Morin[4] e ao princípio complexo da recursão (MORIN, 2002c): *a causa gera o efeito, que, retroagindo sobre a causa, faz com que ela seja gerada ou regenerada*.

Em síntese, ambos os processos matemáticos (o indutivo e o dedutivo), em múltiplas épocas (não se eximindo da atual) e em distintas regiões: (i) eram largamente entendidos como dinâmicas equivalentes a descobertas (Obs.: atente-se, nesse sentido, por exemplo, à corrente platônica), em vez de serem admitidos como criações a cargo do espírito humano; (ii) eram habitualmente confundidos com os fenômenos a que se referiam, em vez de serem vistos como representações ou interpretações desses fenômenos (Obs.: o platonismo, divergindo desse preceito, não identificava os entes matemáticos com um universo sensível, e sim com uma objetividade abstrata).

A matemática, os modelos e a complexidade

A matemática dedutiva complexificou-se com o transcorrer do tempo e ainda está a complexificar-se. É a chamada matemática formal ou acadêmica. Para a maioria dos cientistas e dos professores, é provável que ela não seja apenas uma entre muitas matemáticas, e sim a única e verdadeira matemática, totalmente livre, segundo creem, de pessoas, de lugares e de épocas.

[3] Lembremo-nos, identicamente, de que o *senso comum* não se isenta de um tipo rudimentar de dedução (LEVY, 2016).

[4] "A estrutura do pensamento Moriniano é pautada numa epistemologia da complexidade que compreende quantidades de unidades, interações diversas e adversas, incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios" (PETRAGLIA, 1995, p. 40).

São esclarecedores, em contrapartida, os seguintes dizeres de D'Ambrosio em favor da ideia de que não existe só uma matemática:

> A disciplina denominada matemática é uma etnomatemática que se originou e se desenvolveu na Europa, tendo recebido algumas contribuições das civilizações indiana e islâmica, e que chegou à forma atual nos séculos XVI e XVII, sendo, a partir de então, levada e imposta a todo o mundo (D'AMBROSIO, 2019, p. 75).

Em consonância com a linha de raciocínio de D'Ambrosio (2019), "[...] O que se chama 'conhecimento' não pode ser definido sem que se entenda o que significa a aquisição do conhecimento" (LATOUR, 2011, p. 343). Além do mais:

> Falar sobre teorias e depois se embasbacar com a "aplicação" delas não faz mais sentido do que falar de braçadeiras sem dizer o que elas apertam, ou separar laçadas e malhas de rede. Fazer uma história das "teorias" científicas teria tão pouco sentido quanto escrever uma história do martelo sem levar em conta os pregos, as tábuas, as casas, o carpinteiro e as pessoas que usam a casa, ou uma história do cheque sem o sistema bancário (LATOUR, 2011, p. 379).

A partir de certo momento histórico no decurso do último milênio (vide: a revolução científica ocorrida na Idade Moderna europeia), a experimentação aliou-se à matematização dedutiva ou acadêmica. Tratou-se da criação (havendo ulterior e significativo progresso) do método ou procedimento científico experimental.

Desse modo, a matemática dedutiva, já bastante complexificada em relação à matemática germinal (que era de cariz indutivo), começou a viabilizar, nas áreas em que era aplicada, representações de fenômenos com sucesso contínuo e/ou com plausibilidade crescente.

Mesmo afastada (no tocante ao processamento de suas regras, por não tomar casos particulares como alicerce) da matemática originária ou indutiva, tal matemática (a dedutiva) continuou a privilegiar certos aspectos que marcavam intrinsecamente o matematizar das primeiras fases humanas, como o estudo de: espaços, posições, formas, quantidades, operações, relações, semelhanças, igualdades, diferenças, ordens, regularidades e categorizações, entre outros.

Uma das vocações da matemática indutiva, que era a tentativa de representar fenômenos (inobstante acreditar-se, com frequência, que as soluções obtidas – ou melhor, criadas – diziam respeito a descobertas e/ou a coincidências com a realidade almejada), não somente não foi desconsiderada pela matemática dedutiva, como foi potencializada por esta, com o passar do tempo, no que tange a resultados avaliados como bem-sucedidos, em virtude da complexidade que tal matemática (a dedutiva) começou a ganhar, haja vista as manifestações fenomênicas, a seu turno, serem comumente dotadas, em tese, de complexidade.

Em suma: (i) muitos dos elementos constituintes da matemática indutiva mantiveram-se e mantêm-se como aspectos (intrínsecos) privilegiados na e pela matemática dedutiva; (ii) as representações ou previsões, fortalecidas pela crescente complexidade da matemática dedutiva, tornaram-se e tornam-se cada vez mais aprimoradas.

Todavia, os *modelos*[5], científicos (físicos, químicos etc.) ou não, por conta, inclusive, de sua sustentação pela matemática formal ou por qualquer outra espécie de matemática, não eram e não são reflexos incontestáveis da complexidade dos elementos sensíveis ou dos acontecimentos perceptíveis a que eles buscavam e buscam corresponder.

Tal característica permitia e permite alterar as teorias e/ou as explicações acerca dos diversos fenômenos. Era e é por conta disso que as ciências, a matemática (tanto dedutiva quanto indutiva) e os respectivos modelos continuavam e continuam, a nosso ver, em seu processo de sofisticação. Morin assevera que:

> O conhecimento não é um espelho das coisas ou do mundo externo. Todas as percepções são, ao mesmo tempo, traduções e reconstruções cerebrais com base em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos. [...] Este conhecimento, ao mesmo tempo tradução e reconstrução, comporta a interpretação, o que introduz o risco do erro na subjetividade do conhecedor, de sua visão do mundo e de seus princípios de conhecimento (MORIN, 2002b, p. 20).

Ademais:

> Uma teoria não é objetiva; uma teoria não é o reflexo da realidade; uma teoria é uma construção da mente, uma construção lógico-matemática que permite responder a certas perguntas que fazemos ao mundo, à realidade. Uma teoria se fundamenta em dados objetivos, mas uma teoria não é objetiva em si mesma (MORIN, 2001, p. 40).

Por sua vez, ao admitir a possibilidade de o cientista, sobretudo o matemático, usar em várias ocasiões o *pensamento irracional* com o intento de formular resultados novos ou inesperados – indicando tal *pensamento* uma ação deliberada que visa à renovação e ao prolongamento do ato criador –, Granger (2002) reforça a ideia da matemática como engenho, e não como algo à parte de elaborações.

Outrossim, a matemática tem a ver com a cognição. E talvez a cognição seja, numa perspectiva mais básica do seu significado, inerente à própria vida, extrapolando, consequentemente, as fronteiras do gênero *Homo*. Por sinal, Capra (2004, p. 213) assegura que: “[...] De acordo com a teoria de Santiago[6], cognição não é a representação de um mundo pré-dado, independente, mas, em vez disso, é a criação de um mundo”. Cada organismo criaria ou recriaria o mundo à sua maneira (CAPRA, 2004).

Defendemos a posição de que, se as ciências e a matemática refletissem cabalmente os fenômenos e, em última instância, a realidade, então não mais haveria o que ser feito em termos de ciências e de matemática, já que o *fenomênico* e – em função de um esforço

[5] Uma das definições de modelo é: “[...] Modo de explicação, construção teórica, idealizada, hipotética, que serve para a análise ou avaliação de uma realidade concreta” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996, p. 184).
[6] Vide a *Teoria da Cognição de Santiago*.

intelectual e experimental de abrangência superior – o *real* teriam sido completamente subjugados ou desvendados pelas atividades científicas e matemáticas.

As incertezas

A matemática e as ciências matematizadas não possuem os graus de complexidade que existem nos fenômenos e que supostamente há no mundo objetivo ou real, o que, para nós, corrobora a propositura de que a matemática e as ciências matematizadas não são ou não foram descobertas, denotando, isso sim, construções humanas, passíveis, inclusivamente (e por esse motivo), de incontáveis melhoramentos, mudanças ou transformações. Concordamos com Morin quando declara que:

> O desafio da complexidade nos faz renunciar para sempre ao mito da elucidação total do universo, mas nos encoraja a prosseguir na aventura do conhecimento que é o diálogo com o universo. O diálogo com o universo é a própria racionalidade. Acreditamos que a razão deveria eliminar tudo o que é irracionalizável, ou seja, a eventualidade, a desordem, a contradição, a fim de encerrar o real dentro de uma estrutura de idéias coerentes, teoria ou ideologia [...].
> A complexidade não nega as fantásticas aquisições, por exemplo, da unidade das leis newtonianas, da unificação da massa e da energia, da unidade do código biológico. Porém, essas unificações não são suficientes para conceber a extraordinária diversidade dos fenômenos e o devir aleatório do mundo (MORIN, 2001, p. 190-191).

Diferenças dizentes aos graus de complexidade, envolvendo as criações, interpretações ou representações humanas e, em contraposição, os fenômenos correlatos, também guardam relação, de nosso ponto de vista, com esta assertiva de Orear:

> A Física é algumas vezes chamada uma ciência exata. Entretanto, estudantes que têm feito cursos de laboratório podem pensar de modo diferente – e, até certo ponto, estão certos. Em geral, os instrumentos não dão medidas exatas. [...] É uma experiência marcante fazer um curso de laboratório de Física e tentar descobrir e estimar os erros sistemáticos existentes. Os físicos profissionais vivenciam, permanentemente, esse problema (OREAR, 1981, p. 7).

Por um lado, os instrumentos de medida são extramatemáticos (seus componentes localizam-se no mundo concreto, sendo, portanto, complexos a ponto de não se coadunarem com os ditames e com as limitações da matemática), jamais expressando, com a pretendida exatidão, com o devido rigor e com a necessária simplicidade, o que lhes é cobrado – pela matemática – por ocasião do seu uso ante certo fenômeno.

Adicionemos a isso uma incongruência que existe entre a funcionalidade dos instrumentos de medida e a elevada complexidade dos fenômenos estudados com subsídio de tais instrumentos. Logo, sempre haverá incompatibilidade (por menor que seja) entre o que se deseja e o que se obtém.

A propósito, no que se refere ao âmbito pedagógico, especificamente ao Ensino Fundamental, destacamos o seguinte trecho dos Parâmetros Curriculares Nacionais:

> A utilização dos instrumentos de medida é fundamental para iniciar a exploração dos significados e usos de termos como algarismo duvidoso, algarismo significativo, ordem de grandeza, erro de medição e arredondamento. [...] O trabalho com essas noções pode ficar restrito às primeiras aproximações, reservando para o Ensino Médio seu aprofundamento. Ao discutir esses conceitos, o aluno poderá perceber que todas as medidas são inevitavelmente acompanhadas de erros, identificando uma dimensão da Matemática que é o trabalho com a imprecisão (BRASIL, 1998, p. 85).

Por outro lado, Prigogine (1996), recorrendo curiosamente às ciências (em especial à física e à química), bem como à matemática, fortaleceu a ideia de que a certeza ou determinação, por força da complexidade dos casos pesquisados, é inalcançável. Na mais otimista das hipóteses, tratar-se-ia de algo pouco alcançável. Para ele, certezas ou determinações, independentemente da nossa vontade e do nosso grau de progresso científico ou tecnológico, não condizem com a realidade predominante na natureza, no mundo ou no universo. Quando muito, segundo esse autor (que foi laureado com o Prêmio Nobel de Química em 1977), certezas ou determinações até manifestar-se-iam aqui ou ali, porém em escala mínima e em permanente diálogo com miríades de incertezas ou indeterminações.

Prigogine (1996) garante que, diante dos sistemas com maior realismo (sistemas *não integráveis*[7]), o *demônio de Laplace* permanece incapaz, seja qual for seu conhecimento, finito ou até infinito, e que o futuro deixa de ser outorgado, tornando-se, como havia dito o poeta Paul Valéry[8], livre de amarras.

Morin afirma que: "[...] Nosso conhecimento da natureza é a navegação em um oceano de incertezas, entre arquipélagos de certezas" (MORIN, 2002b). Ainda se reportando à incerteza, o *pai da teoria filosófica da complexidade* apregoa que:

> Na termodinâmica, Prigogine detectou fenômenos de bifurcação no mundo físico. Num dado momento, encontram-se em jogo fatores de influências mútuas, sendo suficiente um fator infinitesimal para que um processo caminhe mais por um caminho do que pelo outro (MORIN, 2002a, p. 94).

Nesses termos, então como compatibilizaremos a matemática, inclusa aí a matemática acadêmica – caracterizada por certeza, coerência, rigor, determinismo e exatidão –, com o indeterminismo (ou, se tanto, com a dualidade *determinismo-indeterminismo*) da natureza, do mundo ou do universo? Cremos que tal compatibilidade, em sua plenitude, não tenha chance de viabilidade, haja vista o que expusemos nas linhas acima.

A própria complexidade, nos moldes em que é abordada neste artigo, abriga dentro de si a incerteza, o indeterminismo (MORIN, 2003), diminuindo sobremaneira a eficácia das leis

---

[7] Sistema *não integrável* de Poincaré é aquele em que as partículas, além de possuírem energia cinética, são influenciadas ou perturbadas pelas suas vizinhas (por meio de interações que criam energia potencial), havendo variações de frequência (vide formação de ressonâncias), o que torna o comportamento futuro de tais partículas incerto, aleatório, inalcançável pelas equações da física tradicional, abrindo-se caminho para a formulação estatística das leis da dinâmica; segundo Prigogine, é o caso mais comum na natureza (LEVY, 2003).

[8] Paul Valéry: escritor francês (1871-1945); elaborou uma ética puramente intelectual; ensinou arte poética no Collège de France e fez diversas reflexões sobre a pintura, a música e as ciências (LEVY, 2003).

científicas, que são amparadas pela matemática e pelo afã humano de regularidade, de estabilidade, enfim, de segurança.

O antagonismo que entendemos *situar* a complexidade em um *território* oposto àquele que *aloja* a matemática, embora não corresponda a uma sentença final em prol de construções ou criações matemáticas, parece desfavorecer ou enfraquecer o pensamento de que a matemática seja fruto de descobertas.

Indagações e argumentos

Se a matemática é real, então o que é irreal? Por oportuno, o que é a realidade? Ou, assumindo a terminologia kantiana (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996; KANT, 2017), o que (e como) é a *coisa em si* ou o número? Quais seriam os outros integrantes da realidade, afora a matemática? Apenas a matemática é real?

Se a matemática, à revelia do ser humano e das criações humanas, pertence ao mundo e/ou se ela é a base (ou uma das bases) para buscarmos retratar ou alcançar esse mundo, então por que ela não é tão complexa quanto imaginamos que o mundo o seja?

Se a matemática é exata, então o que é inexato? O que é exatidão? O que mais, no mundo, é exato como a matemática? Somente a matemática é exata?

Vamos admitir, por hipótese, que a matemática possua exatidão e coerência; defendamos igualmente a ideia de que o *jogo de xadrez* seja composto de regras exatas e coerentes. No entanto, o *jogo de xadrez*, pelo que sabemos, é uma invenção humana, e, assim sendo, a exatidão e a coerência deixam ou deixariam de ser atributos exclusivos de acontecimentos extra-humanos. O que pensar disso?

Destarte, podemos provar que exatidão e coerência não são conceitos criados pelo homem? Além do mais, encontrando-se a matemática pronta e acabada, por que uma grande quantidade de definições e de teoremas foi (e continua sendo) posta de lado, pelos próprios matemáticos, em favor de novas produções? Questões como essas desafiam os epistemólogos.

Em tempo, é evidente que não lograríamos êxito se tentássemos concatenar inexoravelmente o ideário de Immanuel Kant com a suposição de que o homem gera, de modo voluntário, consciente, incessante/permanente e intencional, toda a matemática da qual se vale. Contudo, (debilitando a certeza no que atine à extra-humanidade da matemática), achamos importante enfatizar que o ilustre filósofo afirma que as proposições matemáticas, na condição de juízos puros, *a priori*, incluem-se no que ele designa de conhecimento humano:

> Ora, é fácil demonstrar que no conhecimento humano existem realmente juízos de um valor necessário, e na mais rigorosa significação universal; por conseguinte, juízos puros, *a priori*. Se se quer um exemplo da própria ciência, basta reparar em todas as proposições da Matemática (KANT, 2017, p. 17).

Kant advoga a impossibilidade de conhecermos as coisas tais quais elas efetivamente são. Em consequência disso, torna-se inviável galgarmos a certeza de que a matemática exista como algo extra-humano, na medida em que só temos acesso à realidade ou às *coisas em si* por meio de fenômenos. Nesse sentido: “[...] Os fenômenos são unicamente representações de coisas que são desconhecidas no que em si podem ser” (KANT, 2017, p. 117). Talvez advenha dessa linha de raciocínio alguma imprudência ao certificarmos que nossa volição não repercute nas dinâmicas matemáticas.

A seu turno, se as estruturas cognitivas ou neurológicas humanas são dotadas da habilidade de matematizar (não se tratando aí de uma matematização exclusivamente dedutiva, pois, em nossa avaliação, também se matematiza pela via indutiva) em função de um processo evolutivo que aproximou o homem daquilo que foi e que é demandado pela natureza que o cerca, então por que não podemos afirmar que tais estruturas cognitivas ou neurológicas são igualmente dotadas da habilidade inata de *ver o mundo* por um prisma antropológico, ou sociológico, ou psicológico, ou filosófico, ou artístico etc.? Afinal, não há como negar que a antropologia, a sociologia, a psicologia, a filosofia, a arte etc. são recursos que usamos para subsidiar nosso conhecimento do mundo.

Em suma, se a matemática é tida como descoberta pelo fato de a aptidão para matematizar fazer parte, à margem de escolhas (por ser congênita), da estrutura cognitiva ou neurológica do ser humano, então o que nos impede de conceber, por exemplo, as *manifestações artísticas* como descobertas, em vez de criações?

Malgrado, para Roque (2012), a obra de Boyer (1974) conter algumas visões ultrapassadas e certos relatos questionáveis, julgamos haver pertinência na passagem a seguir:

> É claro que a matemática originalmente surgiu como parte da vida diária do homem, e se há validade no princípio biológico da “sobrevivência do mais apto” a persistência da raça humana provavelmente tem relação com o desenvolvimento no homem de conceitos matemáticos. A princípio as noções primitivas de número, grandeza e forma podiam estar relacionadas com contrastes mais do que com semelhanças – a diferença entre um lobo e muitos, a desigualdade de tamanho entre uma sardinha e uma baleia, a dissemelhança entre a forma redonda da lua e a retilínea de um pinheiro. Gradualmente deve ter surgido, da massa de experiências caóticas, a realização de que há analogias: e dessa percepção de semelhanças em número e forma nasceram a ciência e a matemática (BOYER, 1974, p. 1).

Entendemos que a façanha de as estruturas cognitivas ou neurológicas humanas serem dotadas da capacidade de matematizar é algo que não comprova, em definitivo, que a matemática seja uma verdade extra-humana, mas apenas que o cérebro humano apurou-se, filogeneticamente, no que respeita a tal capacidade (de matematizar) para (utilizando-a e exercendo influências sobre ela) lidarmos, de um jeito apropriado em termos evolutivos, com obstáculos, com dificuldades e/ou com problemas do dia a dia.

No lugar da mencionada capacidade de matematizar, poderíamos ter aprimorado (por que não?), geneticamente, ao longo da história da espécie humana, outros atributos cognitivos ou neurológicos, (atributos esses) com o mesmo intuito da habilidade de matematização, tendo em mente questões práticas e/ou a luta pela sobrevivência. Isso quer dizer que, se a nossa evolução houvesse nos conduzido por outros caminhos, então talvez estivéssemos, hoje, *vendo o mundo* por meio de atributos cognitivos ou neurológicos diferentes dos (atributos) matemáticos, mas com funções similares (às dos nossos atuais atributos matemáticos). De qualquer maneira, vale lembrar que, para *ver o mundo*, não nos furtamos de intervir nele, o que denota criatividade.

Ao fim e ao cabo, o referido estruturalismo cognitivo ou neurológico não robustece de modo indubitável a *matemática-criação*, porém ao menos não corrobora, a nosso ver, a *matemática-descoberta*. A organização cognitiva ou neurológica, ao que parece, não se mantém incólume às ingerências construtivas do indivíduo.

À guisa de conclusão: reflexões docentes e discentes

É provável que a maioria dos matemáticos e dos professores de matemática encare (e, no decorrer histórico, tenha encarado) essa área ou disciplina como algo extra-humano, despersonalizado, irremediavelmente verdadeiro, exato, pronto, acabado, atemporal e/ou alheio a circunstâncias culturais. Por sinal, cumpre-nos frisar, em consonância com Silva (2007), que, no contexto da pesquisa matemática, houve platonistas ilustres, como Gottfried Leibniz, Georg Cantor e Kurt Gödel.

Em se tratando da matemática escolar brasileira (e reforçando parcialmente o que asseveramos acima), Fiorentini tece os seguintes comentários acerca do que nomeia de *tendência formalista clássica*:

> Até final da década de 50, o ensino da Matemática no Brasil, salvo raras exceções, caracterizava-se pela ênfase às idéias e formas da Matemática clássica, sobretudo ao modelo euclidiano e à concepção platônica de Matemática.
>
> O modelo euclidiano caracterizava-se pela sistematização lógica do conhecimento matemático a partir de elementos primitivos (definições, axiomas, postulados). Essa sistematização é expressa através de teoremas e corolários que são deduzidos dos elementos primitivos.
>
> A concepção platônica de Matemática, por sua vez, caracterizava-se por uma visão estática, a-histórica e dogmática das idéias matemáticas, como se essas existissem independentemente dos homens. Segundo essa concepção inatista, a Matemática não é inventada ou construída pelo homem. O homem apenas pode, pela intuição e reminiscência, descobrir as idéias matemáticas que preexistem em um mundo ideal e que estão adormecidas em sua mente (FIORENTINI, 1995, p. 5-6).

No presente texto, quanto à educação matemática, interessam-nos argumentos direcionados para o estímulo, no professor, da *visão* a propósito da matemática (não como descoberta, mas) como criação humana. Almejamos igualmente o desenvolvimento dessa *visão* pelos alunos, mediante orientação docente, por ocasião das aulas, em trabalhos conjuntos de análise crítica e/ou de reflexão.

O fato de a matemática escolar condizer com *transposições didáticas*[9], distanciando-se, pois, numa escala grande ou pequena, da matemática elaborada pelos pesquisadores matemáticos, em nada altera os nossos argumentos e aquilo que almejamos em termos pedagógicos. As transposições, para nós, são construções que auxiliam na compreensão de outras construções. Urge que os estudantes saibam, inclusive, o que significa uma transposição didática.

A asserção abaixo, de Roque (2012), leva-nos a ponderar sobre alguns dos efeitos da difusão dos assuntos matemáticos – o que nos reporta, aproveitando a oportunidade, à alçada da transposição didática –, outrossim deixando à mostra o posicionamento dessa autora em prol da *matemática-criação*:

> O modo de escrever o encadeamento das definições, dos teoremas e das demonstrações é, desde muitos séculos, uma preocupação fundamental da matemática. No entanto, não podemos deixar de perceber uma diferença crucial entre a ordem lógica da exposição, o modo como um texto matemático é organizado para ser apresentado, e a ordem da invenção, que diz respeito ao modo como os resultados matemáticos se desenvolveram (ROQUE, 2012, p. 29).

Ainda no que diz respeito à *matemática-criação*, Bicudo e Garnica assinalam que:

> Em artigo de 1970, Morris Kline, debatendo-se contra a implantação do que foi então chamado Matemática Moderna, defende que a visão da abordagem dedutiva e formal como sendo a essência da Matemática é equivocada. Kline pretende, com sua possante retórica e apoiado em exemplos históricos extremamente esclarecedores, restabelecer o primado da intuição nos processos de criação do conhecimento matemático, advogando para que essa atenção à intuição seja levada às salas de aula como proposta pedagógica (BICUDO; GARNICA, 2002, p. 57-58).

Bicudo e Garnica (2002) ressaltam a necessidade de reflexões filosóficas voltadas para o ensino e a aprendizagem de matemática, e (ratificamos que) aquiescemos com a ideia de que tais reflexões sejam (também) elaboradas e enriquecidas pelo professor de matemática e pelos seus alunos, em conjunto, quando das dinâmicas letivas.

Há que se pensar, em sala de aula, sobre a natureza da matemática, dos fenômenos, das representações, das criações humanas e/ou das interações envolvendo o indivíduo (bem como a sociedade a que ele pertence) e o alvo de suas pesquisas.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, S.d.), a área de *ciências da natureza, matemática e suas tecnologias* elegeu, como uma das competências a serem perseguidas durante o ensino médio de matemática no Brasil, a *contextualização das ciências no âmbito sociocultural*, “[...] na forma de análise crítica das ideias e dos recursos da área e das questões do mundo que podem ser

[9] “Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática” (CHEVALLARD, 1991, apud PAIS, 2002, p. 19).

respondidas ou transformadas por meio do pensar e do conhecimento científico" (BRASIL, S.d., p. 113). Ainda conforme esse documento, o estudante deve:

> Compreender a construção do conhecimento matemático como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época, de modo a permitir a aquisição de uma visão crítica da ciência em constante construção, sem dogmatismos ou certezas definitivas. Por exemplo, o uso da geometria clássica ou da analítica para resolver um mesmo problema pode mostrar duas formas distintas de pensar e representar realidades comparáveis em momentos históricos diferentes (BRASIL, S.d., p. 117).

Com o fito de ensejar esse tipo de reflexão na esfera pedagógica, mostra-se sugestivo, segundo cremos, o raciocínio fundamentado na comparação entre o nível de complexidade da matemática (e/ou dos modelos matemáticos) e o nível de complexidade dos fenômenos representados ou modelados matematicamente.

Somos partidários da noção de que a matemática não se exime de ações construtivas individuais e sociais. Ao mesmo tempo, preconizamos que o raciocínio mencionado no parágrafo anterior possa (ao compararmos níveis distintos de complexidade) levar os partícipes de aulas de matemática à conclusão de que a criatividade atinente à modelagem matemática (nos ambientes científico, escolar e cotidiano) tende a ser menos complexa do que os respectivos fenômenos e, em derradeira instância, (menos complexa) do que as coisas que existem exteriormente aos pensamentos.

Noutras palavras, os conceitos e as propriedades da matemática (e/ou os modelos matemáticos) não passam ao largo de engendramentos – às vezes voluntários, às vezes não – por parte das pessoas, os quais nunca alcançaram (Obs.: se é que um dia vão alcançar!) a complexidade daquilo que é estudado. A complexidade em foco guarda laços com os *fenômenos-alvo* e, em plano mais profundo, com um mundo (vide: realidade, númeno ou *coisa em si*) *situado* além das *fronteiras* da influência generativa humana.

Reflexões dessa ordem não reduzem, em absoluto, o valor das contribuições oferecidas pela matemática. Com efeito, tais reflexões propiciam o fomento de um entendimento (acerca dessa área ou disciplina), pelo aluno, que julgamos filosoficamente maduro e importante para a elevação da autoestima, proporcionando a ideia de a matemática – por resultar de construções – não se colocar em um patamar superior ao do potencial cognitivo ou neurológico dos sujeitos em geral.

Referências

BICUDO, M. A. V. *Filosofia da educação matemática*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

BOYER, C. B. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais*: matemática / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. (Obs.: "conteúdos propostos para o ensino de matemática no quarto ciclo").

BRASIL. Secretaria de Educação Básica (SEB). *Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. [S.d.]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Último acesso em: 10 maio 2021.

CAPRA, F. *A teia da vida*: uma nova compreensão científica dos seres vivos. 9. ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática*: elo entre as tradições e a modernidade. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

DEWDNEY, A. K. *20.000 léguas matemáticas*: um passeio pelo misterioso mundo dos números. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. *Zetetiké*, v.3, n. 4, p. 1-38, 1995.

GRANGER, G. G. *O irracional*. São Paulo: Unesp, 2002.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. *Dicionário básico de filosofia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

KANT, I. *Crítica da razão pura*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2017.

LATOUR, B. *Ciência em ação*: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2011.

LEVY, L. F. *Os professores, uma proposta visando à transdisciplinaridade e os atuais alunos de matemática da educação pública municipal de jovens e adultos de Belém, Pará*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas – Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.

LEVY, L. F. Pode-se aprender matemática através da investigação de casos particulares? *Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, p. 287-301, 2016.

MORIN, E. *Ciência com consciência*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MORIN, E. Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios. In: ALMEIDA, M. da C. de; CARVALHO, E. de A. (Orgs.). *Edgar Morin*. São Paulo: Cortez, 2002ª. p. 11-102.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 6. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2002b.

MORIN, E. *O método 4*: as idéias – habitat, vida, costumes, organização. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2002c.

MORIN, E. *O método1*: a natureza da natureza. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2003.

OREAR, J. *Fundamentos da física*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1981.

PAIS, L. C. *Didática da matemática*: uma análise da influência francesa. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PETRAGLIA, I. C. *Edgar Morin*: a educação e a complexidade do ser e do saber. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1995.

PRIGOGINE, I. *O fim das certezas*: tempo, caos e as leis da natureza. São Paulo: Unesp, 1996.

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

SILVA, J. J. da. *Filosofia da matemática*. São Paulo: Unesp, 2007.

VIANA, M. *A matemática é criada ou descoberta?* São Paulo, maio 2021. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/marceloviana/2021/05/a-matematica-e-criada-ou-descoberta.shtml>. Último acesso em: 29 out. 2021.

SOBRE O AUTOR

LÊNIO FERNANDES LEVY. Possui graduação em Matemática (Licenciatura) pela Universidade Federal do Pará / UFPA (1987-1990), além de Mestrado (2002-2003) e Doutorado (2010-2013) em Educação em Ciências e Matemáticas (com ênfase em Educação Matemática), também pela UFPA. É docente efetivo (atualmente, exerce o cargo de Professor Associado) de Educação Matemática, na UFPA, desde 2009. Foi professor efetivo de Matemática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), de 2004 a 2009. Também foi professor efetivo de Matemática, na Secretaria Municipal de Educação de Belém (SEMEC-BE), de 2000 a 2004. Trabalhou na Caixa Econômica Federal (CEF) de 1989 a 2001.Tem experiência em Matemática e em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: (i) Modelagem Matemática no Ensino; (ii) Educação Matemática e Paradigma Epistemológico da Complexidade; (iii) Formação de Professores de Matemática; (iv) Ensino de Matemática.

Recebido: 11 de junho de 2021.

Aceito: 29 de outubro de 2021.