Qual é a contribuição do seu trabalho para o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia? (O Mágico e o biscateiro)

What is the contribution of your work to the development of science and technology? (The Magician and the handyman)

Isabel Cafezeiro[1]
[1]Universidade Federal Fluminense | Instituto de Computação | Departamento de Ciência da Computação
Niterói | RJ | Brasil. Contato: isabel@dcc.ic.uff.br
http://orcid.org/0000-0002-4445-5774

André Campos da Rocha[2]
[2]Faculdade de São Bento do Rio de Janeiro | Departamento de Filosofia Rio de Janeiro | RJ | Brasil. Contato: andre.rocha@faculdadesaobento.org.br
http://orcid.org/0000-0001-5043-1456

Carmem Gadelha[3]
[3]Universidade Federal do Rio de Janeiro | Escola de Comunicação Rio de Janeiro | RJ | Brasil. Contato: carmem@gadelha.com.br
http://orcid.org/0000-0001-9814-1730

Ricardo Kubrusly[4]
[4]Universidade Federal do Rio de Janeiro | Programa de Pós-Graduação em História da Ciências e das Técnicas e epistemologia
Rio de Janeiro | RJ | Brasil. Contato: risk@hcte.ufrj.br
http://orcid.org/0000-0002-1664-6004

Resumo: O presente trabalho traz para o campo da matemática algumas considerações sobre as possibilidades das pesquisas brasileiras no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. A partir de uma reflexão sobre o espaço que o mundo reserva aos países como o Brasil que ocupam um lugar não-hegemônico na divisão de tarefas na produção de ciência e tecnologia são apontadas duas alternativas: seguir o rastro de uma ciência dita neutra e universal herdando problemas e soluções formuladas nos centros produtores de ciência e tecnologia, ou voltar os olhos para as questões locais formulando problemas e soluções de acordo com demandas próprias. Argumentando em favor da segunda alternativa, esse texto considera a construção do conhecimento matemático e as possibilidades de produção de matemáticas situadas.

Palavras-chave: Politicas de Ciência e Tecnologia. Sociologia da matemática. Matemática.

Abstract: The present work brings to the field of mathematics some considerations about the possibilities of Brazilian research in the development of Science and Technology. From a reflection on the space that the world reserves to countries like Brazil that occupy a non-hegemonic place in the division of tasks in the production of science and technology are pointed out two alternatives: following the trail of a so-called neutral and universal science inheriting problems and solutions formulated by the global producers of science and technology, or turn eyes to local issues by formulating problems and solutions according to own demands. Arguing in favor of the second alternative, this text considers the construction of mathematical knowledge and the possibilities of production of a situated mathematics.

Key words: Science and Technology Policies. Sociology of mathematics. Mathematics.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772019000100013

Recebido: 26 de abril de 2018 Aprovado: 5 de março de 2019

> ... esse número misterioso [o número áureo] estaria no desenho das coisas da natureza. Alguns dizem que a Proporção Áurea é a expressão matemática da beleza. Os egípcios teriam percebido isso na construção da Pirâmide de Quéops; os gregos, no Partenão; Da Vinci, no Homem Vitruviano. A matemática estaria no âmago das mais belas criações de Deus e dos homens.
> Vemos que isso demandaria um leve (talvez nem tanto) toque de mágica, porque, convenhamos, como o número não se completa, não poderia corresponder fielmente a nada que exista concretamente no mundo. Não possuir uma descrição finita não quer dizer que Φ (como os matemáticos denominam o número áureo) tenha algo de especial enquanto número, ou que seja uma exceção na "exatidão" matemática. Trata-se do oposto: tal como a imensa maioria dos números reais, Φ é irracional. Para números reais, a exceção é ter uma expressão finita; então, os Φ, π e tantos outros são figurinhas comuns na matemática real. Assim, pode-se dizer que a "exatidão" matemática é feita de inexatidão.
> Como pode ser, então, que os números irracionais apareçam com frequência nos nossos cálculos e, ainda assim, apesar de toda essa inexatidão, as coisas construídas a partir desses cálculos não desmoronem?
> É que, para operar no mundo, a divina razão vem sempre acompanhada de uma razão de outra ordem. As aproximações e adaptações são produtos de um trabalho grosseiro, só possível fora da esfera das ideias perfeitas; há que esconder as mãos sujas pelo contato com as coisas do mundo. E aí sim, acompanhada desta razão plúmbea (menos nobre, menos reluzente e mais pesada), a divina proporção cai como uma luva no Homem Vitruviano, no Partenão, no caracol – deixando ver (ou entrever), ainda que a contragosto, turbilhões (ἄπειρον). O Mágico dá as mãos ao biscateiro, porque precisa de quem faça os ajustes, os pequenos consertos. O biscateiro não recusa trabalho, porque sabe que vai aprendendo no fluxo da demanda, sem nenhum teorema prévio; mune-se de experiência e de percepção atenta, porosa e receptiva, incluindo-se aí alianças com os saberes consagrados – sejam "científicos" ou provenientes do senso comum. Com a tarefa realizada e as coisas funcionando, o biscateiro parte para outros negócios (e desafios). Ficam o Mágico e sua Fantástica Matemática.
> (do conto O Mágico e o biscateiro)

1 Qual é a contribuição do seu trabalho para o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia?

Nosso ponto de partida é a conferência de abertura do congresso Scientiarum História IX, acontecida em 2016, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (MARQUES, 2016). O professor Ivan da Costa Marques argumentou que a pergunta que aqui tomamos como título se ampara no pressuposto da neutralidade e universalidade da ciência e tecnologia. Assim, aparentando o desprendimento com relação a qualquer local, o fazer científico e tecnológico dificulta a participação de quem não pertence aos círculos da hegemonia na produção de ciência e tecnologia e subjuga demandas locais:

> No Brasil, como em outras partes do mundo, uma base da avaliação do trabalho acadêmico está na pergunta "qual é a contribuição do seu trabalho para a ciência (conhecimentos na sua área de pesquisa)?". No quadro amplo da construção de saberes, esta pergunta, que usufrui legitimidade acadêmica hegemônica, é "manhosa" (Paulo Freire denuncia um jogo "manhoso" de palavras que "aparece ou pretende aparecer como o que defende a liberdade e não como o que a teme") para a vida e para a política acadêmica. Ao não situar os conhecimentos, ignorando seus vínculos locais (lembremos que o global é um local), a pergunta não abre problematizações sobre o local e sub-repticiamente atribui aos conhecimentos científicos um caráter universal e neutro. Se tratada sem maiores cuidados, esta pergunta age no sentido de fazer com que a avaliação da pesquisa seja feita a partir de uma trincheira universalista. A CAPES, o CNPq, as FAPs, o MEC, as CADs em nossos departamentos, programas e unidades da universidade, etc., são, grosso modo, trincheiras universalistas pelos critérios que adotam para valorar e julgar os projetos e programas. Mas trincheiras universalistas de quem? Ou de quê? (MARQUES, 2016, p. 4-5)

Respostas de cada um de nós a esta pergunta-título requer considerar o espaço que o mundo reserva aos países não-hegemônicos na divisão de tarefas na produção de ciência e tecnologia. Marques lembra: "no tempo de Shakespeare éramos bárbaros (calibans), depois passamos a ser atrasados, no século XX éramos subdesenvolvidos e agora somos não competitivos, mas todas essas categorias (que se imbricam e não própria ou necessariamente se sucedem no tempo) não foram criadas aqui". Ao mesmo tempo requer também considerar a maneira como *agimos* frente ao espaço que nos é mundialmente destinado. São duas as alternativas: seguimos o rastro de uma ciência dita universal herdando problemas e soluções formuladas nos centros produtores de ciência e tecnologia, ou voltamos os olhos para as questões locais formulando problemas e soluções de acordo com demandas próprias. A primeira alternativa significa a aderência à concepção universalista da ciência moderna. A segunda aponta para uma abordagem situada, que decide seus rumos com base no seu próprio viver.

Para a matemática, esta pergunta-título é decisiva. A matemática é vista como a disciplina que lida com entes abstratos, e neste sentido acolhe e fortalece a perspectiva universalista e neutra. Por definição, será dito abstrato aquilo que for desvinculado do mundo concreto, que se livre das amarras à vida e possa ser descrito somente no âmbito das ideias, das racionalidades, sem nenhum traço de localidade. Em outras palavras, as entidades abstratas omitem sua história ou percurso de construção. Assim desvinculadas do mundo, elas adquirem uma aparência purificada, neutra e universal, dando a entender que "vieram do nada", que "sempre estiveram lá", e portanto, valem em qualquer circunstância. Desprovidas de história, essas entidades dão vazão a um conhecimento construído sobre a imposição e autoridade: "Isso é assim porque é, a técnica já o disse, não há que discordar, mas sim que aplicar", como disse Paulo Freire, referindo-se às relações entre invasor e invadidos e práticas autoritárias (FREIRE, 1974, p. 41). No *fazer* e no *ensinar* matemáticos, é comum nos depararmos com falas do tipo "não entendeu, veja a prova", que são igualmente autoritárias na medida em que condicionam as explicações de um resultado às justificativas da própria matemática, que já não é mesmo compreendida. Tudo isso faz parte de um empreendimento no sentido de manter o conhecimento dito universal saneado de qualquer contato com acontecimentos vividos. Embora rejeitado por grande parte dos matemáticos de hoje, este panorama foi claramente exposto pelo matemático, professor e historiador da matemática Morris Kline, na década de 1970, em seu livro "*Why Jonnhy can't add*", traduzido para a língua portuguesa com o título "O fracasso da matemática moderna". Na época, o estabelecimento do programa da Matemática Moderna, com sua concepção altamente formalista (ou seja, que se aproxima das justificativas racionais na mesma medida em que se afasta das coisas vividas e experimentadas) motivou Morris a uma crítica severa à matemática que vinha sendo praticada em seu tempo e em tempos anteriores. Morris insistiu: "Repetindo: os usos a que é posta a matemática precisam ser conhecidos para se construírem os fundamentos lógicos" (KLINE, 1976, p. 63).

Marques (2016, p. 4) argumentou que a ciência universalista mais obscurece do que ilumina nossas opções ao optar por questões já estabelecidas como importantes na circulação global de conhecimentos em detrimento da imensidão de riquezas em saberes que provém das vidas brasileiras. De forma análoga, queremos argumentar que essa concepção da matemática como disciplina que lida com entes abstratos não nos favorece. Ao contrário, nos coloca em posição desprestigiada, desfavorecida, desvalorizada, invalidada, sempre reforçando nosso papel de seguidores no cenário mundial da pesquisa e impedindo o avanço em questões que nos são fundamentais. Reverter este cenário exige reconhecer que os saberes (em particular, a matemática) são *construídos* em *processo coletivo*.

O presente trabalho considera a matemática sob a luz das atuais políticas de construção de Ciência e Tecnologia. A partir daí, argumenta em favor de uma matemática situada, construída em processo coletivo. O texto que se segue organiza-se da seguinte maneira: Na seção 2 fazemos um levantamento de autores que se preocuparam em ressaltar o caráter social da matemática ao longo do século XX. Na seção 3 trazemos exemplos de reivindicações pelo reconhecimento de uma matemática local ao longo do século XX, seja na produção artístico-literária brasileira, ou através do campo denominado Etnomatemática e seus desdobramentos. Na seção 4 apresentamos exemplos de conceitos matemáticos considerados difíceis, mas que quando acompanhados de seus usos ou inspirações se mostram bastante compreensíveis: afastam-se da concepção mágica dada a priori e sem explicações, aproximam-se das coisas do mundo, que têm história, data e local. Em seguida, na seção 5 abordamos certas configurações de poder que se estabelecem em torno do conhecimento matemático. Para isso, adotamos como base conceitual as contribuições filosóficas dos franceses Foucault, Deleuze e Guattari sobre a compreensão da ciência. Finalmente na seção 6 voltamos à questão posta no título, argumentando em favor da ampliação do espaço a construções situadas do conhecimento. Fechamos o artigo na seção 7 relatando um caso de construção matemática ainda em curso no Brasil.

2 O século XX: um percurso de reflexões sobre a construção do conhecimento matemático

Já comentamos em outro trabalho (CAFEZEIRO; MARQUES, 2012) que o esforço em reconhecer o conhecimento matemático como um processo coletivo de construção mereceu a atenção de médicos, matemáticos, filósofos, historiadores, sociólogos e antropólogos do século XX. Isto possibilitou a formação de um campo de saberes que se constituiu no encontro destas diversas disciplinas. Na década de 1920, o sociólogo Karl Mannheim, formulou proposições fundadoras do campo da Sociologia do Conhecimento: (1) "existem modos de pensamento que não podem ser compreendidos adequadamente enquanto se mantiverem obscuras suas origens sociais" (MANNHEIM, 1986, p. 30); e (2) "não separar os modos de pensamento concretamente existentes do contexto de ação coletiva" (p. 31), mas, conforme Bloor (2009, p. 26) vai apontar meio século depois, Mannheim deixou o campo da matemática à parte das suas proposições, como se configurasse um modo diferente de pensamento: "faltou (a Mannheim) vigor ao considerar assuntos aparentemente autônomos como a matemática e as ciências naturais". Na década de 1930, o médico e historiador da ciência Ludwik Fleck (2010, p. 94) refletiu sobre a matemática ao observar que não existem qualidades e condições exclusivamente objetivas. Ele percebeu que os cientistas-filósofos positivistas cometeram o "erro de ter um respeito excessivo pelas lógicas" demonstrando portanto um certo estranhamento à ausência de questionamentos por parte dos investigadores da construção da ciência com relação à matemática. Já na década de 1940, o matemático holandês Dirk Jan Struik (1942, p. 58-70) argumentou claramente em favor de uma *sociologia da matemática*. Além dele, o filósofo estaduinense Philip Kitcher (1984, p. 4) se dedicou a desconstruir a tese do *apriorismo* das entidades matemáticas, e nesse esforço, rejeitou a distinção entre conhecimento (em geral) e conhecimento matemático (em particular). Mas essas iniciativas, dentre outras permaneceram na sombra das propostas seminais do campo da sociologia do conhecimento, que deixavam a matemática de fora destes estudos. Foi David Bloor, atuando na área de Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia, quem tratou esta questão com especial atenção, forçando a sociologia do conhecimento a abrigar a Matemática em seu escopo de estudos:

> Todos aceitam que seria possível haver uma sociologia da matemática relativamente modesta que estudasse o ingresso profissional, a evolução das carreiras e tópicos semelhantes. Isso poderia com justiça ser chamado de sociologia, não da matemática, mas dos matemáticos. Questão mais controversa é se a sociologia pode atingir o âmago do conhecimento matemático. Ela seria capaz de explicar a necessidade lógica de um passo em um argumento, ou porque uma prova é de fato uma prova? (BLOOR, 2009, p. 132).

O livro de Bloor (2009) “Knowledge and Social Imagery”, que propõe o Programa Forte da Sociologia do Conhecimento, foi publicado ao final dos anos 1970, envolto numa iniciativa denominada “estudos de laboratório”. Foi quando investigadores do campo das Ciências Sociais se puseram a estudar a ciência em processo. Eles adentraram os laboratórios para acompanhar o processo de construção dos fatos científicos e artefatos tecnológicos. Mobilizaram técnicas pensadas por antropólogos e etnógrafos para estudar a construção de conhecimento em comunidades. Compartilharam o cotidiano de cientistas de forma semelhante a como os cientistas dos saberes sociais compartilham o cotidiano de um coletivo: observando, convivendo, fazendo registros, perguntas, e principalmente, duvidando das respostas fornecidas pelos cientistas para explicar as verdades produzidas por eles: “Essa ideia de que um **bacharel** em ciências exatas pode falar com maior intimidade sobre o mundo da pesquisa do que um **observador** que nele se imiscuiu durante vários anos é claramente um **preconceito** que derrubamos sem o menor pesar.” (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 27). Assim, os estudos de laboratório possibilitaram uma outra abordagem epistemológica: não mais o conhecimento tomado como pronto, acabado, mas o conhecimento em construção, sempre sujeito a mudanças e registrado no seu processo histórico de construção. Esses estudos tornaram visíveis os vínculos das verdades científicas com as coisas do mundo, atrapalhando o processo de universalização dos resultados.

Os estudos de laboratório nasceram e se desenvolveram na Europa e nos Estados Unidos. Foram concebidos e conduzidos por pesquisadores dos cantos privilegiados de produção da ciência. Nesse cenário Europeu dos anos 1970 e 1980, o Brasil apareceu, se muito, como campo de investigação, com suas características consideradas exóticas ressaltadas pelo olhar estrangeiro (LATOUR, 2001, p. 39-96) contrastando saberes e fazeres de Edileuzas e Chauvels.

Corremos o risco de, também nos paços de contestação da ciência universal e neutra, nos vermos a reboque dos saberes produzidos fora daqui. No entanto, o Brasil apresentou momentos importantes de percepção da construção de uma ciência brasileira que não se fazia aprisionada nos rumos da ciência dita universal e a matemática se fez presente nesses momentos.

3 Demandas por possibilidades de expressões locais, demandas por possibilidades de produção científica brasileira

O movimento modernista da década de 1920 já nos havia mostrado um campo aberto em possibilidades a partir de apropriações antropofágicas: comer o estrangeiro, deglutir o que nos serve e vomitar o resto. Foi uma proposta de tradução de saberes, transformando a autoridade de um saber que já vem pronto numa hibridização que abre espaço e favorece a expressão local. Era uma recusa às formas impostas, um ataque à norma culta do dominador. Nesse movimento, a matemática mereceu sugestões de outros critérios de verdade e correção: "A alegria é a prova dos nove no matriarcado de pindorama" (ANDRADE, 1928, p. 7), e a lógica mereceu reivindicações de um reconhecimento ao lado de pensamentos da vida: "Nunca fomos catechizados. Vivemos atraves de um direito sonambulo. Fizemos Christo nascer na Bahia. Ou em Belém do Pará. Mas nunca admitimos o nascimento da logica entre nós" (ANDRADE, 1928, p. 3, na grafia original).

Em fins da década de 1950 houve aqui uma proposta muito avançada no campo da educação, o trabalho de Paulo Freire. Com uma forte preocupação sobre a conscientização de cada indivíduo com relação ao seu papel social, Paulo Freire propunha estimular no indivíduo e nos grupos a expressão de sua própria palavra. Da fala deles (trabalhadores, camponeses, em situação social precária) Paulo Freire captava frases e palavras que seriam usadas no processo de ensino da leitura e escrita. Concebeu uma abordagem que causou mudanças no cenário do analfabetismo na região castigada do nordeste brasileiro. O sucesso do método de Paulo Freire (1963) foi reconhecido e acolhido pelo governo brasileiro de então, sob a presidência de João Goulart, mas logo em seguida foi interrompido pelo golpe militar de 1964 sob acusação de subversão e comunismo.

Embora o Brasil da década de 1970 vivesse a ditadura de Geisel, um período de brutalidades, torturas, privação das liberdades e direitos mais fundamentais, as propostas de Paulo Freire, então proibidas pela ditadura militar, multiplicaram-se em diversos campos, inspirando novas propostas. No campo das artes, Augusto Boal propôs o Teatro do Oprimido também buscando a mudança social e política por meio de estimular a participação crítica do público. Boal propunha transformar espectadores em "espectatores" levando o público a refletir sobre situações de opressão e a atuar em cenas improvisadas propondo ações alternativas que livrassem o oprimido dessa condição (BOAL, 1985). No campo da matemática, Ubiratan D'Ambrosio revoltou-se contra a imposição de uma matemática única, hegemônica. Sugerindo o plural, *matemáticas*, propôs um programa que buscava reconhecer as expressões dos coletivos: verificar como um coletivo constrói explicações para sua realidade e como lidam com seus problemas cotidianos. Com a mesma clareza com que Marques (2016, p. 4), na conferência de abertura do Scientiarum Historia IX, desconstruiu o mito da ciência universal ("lembremos que o global é um local"), D'Ambrosio defendeu que

> 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 a forma atual nos séculos XVI e XVII, sendo, a partir de então, levada e imposta para todo o mundo. Hoje, essa matemática adquire um caráter de universalidade, sobretudo devido ao predomínio da ciência e da tecnologia modernas, que foram desenvolvidas a partir do século XVII na Europa, e servem de respaldo para as teorias econômicas vigentes (2007, p. 73).

Esse foi o chamado programa da Etnomatemática, que enxergava a matemática como expressão do viver. A Etnomatemática foi concebida com uma forte dimensão humanística, em favor do fortalecimento de identidades e contra a dominação cultural. Para isso, não necessariamente tomaria como ponto de partida conceitos como número, grandeza, forma, etc, e se mostraria independente da linha do tempo do pensamento matemático ocidental e suas construções ditas puramente racionais. Por este motivo, é muitas vezes de difícil aceitação para quem assume como referencial de correção e progresso a matemática hegemônica. Paulo Freire, para quem conhecimento só fazia sentido como construção dialógica (FREIRE, 1978), abriu o caminho para a compreensão da matemática como representações construídas pelos coletivos a partir de suas questões cotidianas e compreensões de espaço e tempo. Assim, o conceito de *matemática* pôde alcançar uma outra amplitude, libertando-se das entidades da matemática hegemônica (números, medidas, contagens, etc) e assumindo uma concepção mais filosófica: matemática como a habilidade de inventar conceitos (abstrações) e maneiras de operar com esses conceitos de modo a prover soluções para as demandas da vida. Assim compreendida, a matemática passa a acolher as ciências de quaisquer locais, um amplo espaço para a produção científica brasileira.

Além disso, sob este entendimento, fica claro que não é possível haver matemática que não seja Etnomatemática. É um passo no sentido de desestabilizar as relações de poder que se sustentam em uma suposta solidez do edifício da matemática hegemônica, de substituir a autoridade dos sistemas fechados da matemática ocidental pela compreensão da matemática como uma manifestação cultural viva, dinâmica, em permanente reconstrução como reflexo das manifestações coletivas, e ao mesmo tempo refletindo-se nelas. É uma concepção situada, ou seja, dependente de um espaço-tempo determinados, e portanto, é também uma construção histórica. Daí, entra em um conflito com a prática hegemônica da matemática, que se pretende objetiva pelo menos em dois sentidos: ao se caracterizar como um corpo de conhecimentos que não guarda os traços do sujeito que conhece e do tempo-espaço onde foi concebido, e ao se colocar como expressão linguística fiel de uma realidade pronta, assumindo-se verdadeira por se supor uma representação neutra e universal da realidade.

Ao longo dos anos a proposta da Etnomatemática se multiplicou em diversas abordagens, sendo algumas bem aderentes à inspiração freireana e outras bastante afastadas das ideias inspiradoras do campo.

As chamadas Matemáticas do Cotidiano procuram verificar as soluções que as pessoas constroem para resolver problemas das suas vidas considerando, portanto, os diversos tipos de expressões que são conformadas neste processo. São bastante aderentes às ideias de Paulo Freire porque acompanham uma problematização e se realizam sobre uma concepção abrangente capaz de abrigar as especificidades dos coletivos, suas compreensões do mundo em que habitam e seus modos de representar conhecimentos formando suas abstrações. Um exemplo conhecido desta abordagem é o estudo de Carraher, Carraher e Schliemann (1982), intitulado “Na vida dez; na escola zero: os contextos culturais da aprendizagem da matemática”. Os autores consideraram o caso de uma menina que trabalhava na venda de coco no Nordeste do Brasil, Estado de Pernambuco. Embora a menina fosse capaz de calcular o pagamento de vendas com desenvoltura e sem erros, não era capaz de acompanhar a matemática na escola. Ela sabia os algoritmos para fazer os cálculos, mas ela não conseguia aplicá-los porque não entendia como poderiam dar o resultado correto. De acordo com critérios escolares, ela era decididamente um fracasso na matemática. Observando o conhecimento matemático dominado pela menina, o estudo conclui o que devia ser óbvio, que o fracasso escolar é o fracasso da escola, e não do aluno, e está relacionado à "incapacidade de estabelecer uma ponte entre o conhecimento formal que se deseja transmitir e o conhecimento prático que a criança, pelo menos em parte, já possui", isto é, falta por em evidência os vínculos entre as ideias e as coisas da vida. Outros exemplos de matemáticas do cotidiano são descritos em (CAFEZEIRO *et al.*, 2017).

Uma outra abordagem da Etnomatemática considera grupos sociais buscando identificar a chamada "racionalidade matemática". Porém, esta já é em si mesma um produto da ciência hegemônica, e portanto qualquer tentativa de enxergá-la nas culturas não aderentes à cultura hegemônica termina invariavelmente por colocar essas culturas em posição subjugada. Por exemplo, quando se diz que os índios de uma tribo sabem contar até um certo número, o que se está dizendo por trás do tom entusiástico é que eles não dominam o sistema numérico hegemônico. É então uma constatação do atraso daquela cultura em relação à cultura hegemônica. O mesmo ocorre quando se tenta verificar as leis da física nas práticas tribais de contato com a natureza: "Eles têm uma lógica própria, medem o tempo com tiras de taquara, contam somente até cinco, mas conseguem entender com base a prática questões complexas como a lei da refração" (FERREIRA, 2001, p. 90). Um outro exemplo mostra a cultura de um certo coletivo analisada sob uma forte aderência ao critério de contagem da matemática hegemônica:

> Se eles têm várias coisas iguais, por exemplo, várias bananas e uma laranja, eles contam como se tivessem só duas unidades, porque as bananas, por serem iguais, contam como uma coisa só. Não adianta tentar ensinar que ali existem dez coisas, sem levar em conta essa cultura anterior. (SILVA, 2001, p. 3).

Essa abordagem desconsidera as demandas de cada coletivo, desmerecendo a capacidade de construir matemática local. O tom exótico dessas narrativas é também uma evidência do desmerecimento das culturas abordadas e se apoia na distinção entre artes e ciência afirmada ao longo da construção moderna. Nela, a ciência é considerada uma expressão racional e verdadeira, enquanto que a arte opera no território das sensações e do sensível. Nesse cenário, a matemática figura como expressão máxima da verdade e do pensamento exato, daí que a matemática seja universal, e que o matemático, na carona, seja também lançado ao patamar da imortalidade:

> Arquimedes será lembrado quando Ésquilo tiver sido esquecido, porque as línguas morrem, mas as ideias matemáticas não. "Imortalidade" talvez seja uma palavra tola, mas ao matemático, provavelmente, é dada a melhor oportunidade de descobrir seu significado. (HARDY, 2005, p. 12, tradução nossa).

Nessa fenda da cultura moderna as produções dos coletivos quando abordadas sob a ótica da "racionalidade matemática" são desviadas para o campo da arte, ressaltadas naquilo que, ao olhar da cultura hegemônica, se mostra diferente, curioso, esquisitamente bonito. Assim, na categorização moderna em que artístico e científico não se misturam, as produções locais não encontram lugar enquanto "racionalidade científica".

De modo geral, entende-se que a matemática estuda "entes abstratos". Alguns teóricos (DUVAL; MACHADO, 2010) admitem que esses entes podem ser expressos por meio de diversos registros de representação, mas não colocam em cena a possibilidade de diversas matemáticas, permanecendo aderentes à matemática hegemônica (expressa em diversos tipos de registros). Outras abordagens defendem que a matemática é a ciência dos padrões (RESNIK, 1997) que se manifestam por exemplo na natureza, e portanto, não são construídos ou inventados, mas podem ser descobertos pelos matemáticos. Essas formas de compreender a matemática solidificam a universalidade e fortalecem a matemática hegemônica como possibilidade única. A Etnomatemática, ao contrário disso, vem cumprindo o com o papel importante de deixar evidente a possibilidade de múltiplas matemáticas, conforme queria Ubiratan D'Ambrosio. No entanto, é tímida em destituir a matemática hegemônica de seu suposto caráter universal porque não coloca cheque os "entes abstratos" (que vêm do nada) ou "padrões" (que vêm da natureza). A matemática do cotidiano contribui nesse sentido ao apresentar o processo social de construção de matemáticas locais, mas se abstém de questionar os conceitos ditos abstratos da matemática hegemônica. Uma contribuição nesse sentido requer a reconstrução social das entidades matemáticas, uma história das matemáticas que vá além de apresentar uma arrumação na linha do tempo dos resultados matemáticos, mas que apresente esses resultados imbricados na configuração do momento e local onde foram enunciados, a matemática como uma construção social. Foi essa a reivindicação de matemáticos já citados como Struik e Morris.

4 Nem neutra, nem universal. A matemática é comprometida e situada

Os infinitos são um tema particularmente atraente na matemática. Para nós convém falar do infinito porque possibilita ressaltar a configuração de poder que acompanha o saber matemático constituído na modernidade. As proposições sobre o infinito são surpreendentes e parecem contrariar a intuição já na própria definição matemática do conceito. É infinito o conjunto que tem o mesmo tamanho de um de seus subconjuntos próprios. Por exemplo, o conjunto dos números naturais é infinito porque tem o mesmo tamanho do conjunto dos números pares. Podemos ver que há uma correspondência de um a um entre estes dois conjuntos, embora falte ao conjunto dos números pares todos os ímpares presentes no conjunto dos naturais: cada número natural pode ser associado a seu dobro (número par), e cada número par pode ser associado a um número natural (a sua metade). A compreensão deste conceito exige uma ruptura com a convicção firmemente estabelecida entre nós desde

Euclides, noção 8 dos Elementos: "... e o todo é maior do que a parte" (BICUDO, 2009). Dizer que um conjunto é infinito é o mesmo que dizer que o todo pode ter o mesmo tamanho da parte. As provas sobre as cardinalidades dos infinitos são fáceis em seus argumentos gerais, através de associações biunívocas, e são também convincentes, o que reforça o estranhamento com relação aos conceitos. E assim, o infinito parece ser um mistério conceitual, uma magia na matemática.

Completa o quadro de mistério o *locus* matemático estabelecido definitivamente como um "conhecimento perigoso" (DANGEROUS KNOWLEDGE, 2007). Entre os loucos e suicidas, os grandes matemáticos da modernidade, figura George Cantor, quem tomou para si o desafio de matematizar o conceito de infinito. Como Foucault (1978, p. 26) percebeu ao observar as figuras renascentistas da Europa do século XV,

> a loucura fascina porque é um saber. É saber, de início, porque todas essas figuras absurdas são, na realidade, elementos de um saber difícil, fechado, esotérico. [...] Este saber, tão inacessível e temível, o Louco o detém em sua parvoíce inocente. Enquanto o homem racional e sábio só percebe desse saber algumas figuras fragmentárias — e por isso mesmo mais inquietantes — o Louco o carrega inteiro em uma esfera intacta: essa bola de cristal, que para todos está vazia, a seus olhos está cheia de um saber invisível.

Com a ajuda de Foucault, que em Microfísica do Poder (2013) reflete sobre as relações entre saber e poder, percebemos que há uma certa conveniência no estabelecimento da matemática como um saber perigoso, porque reafirma uma condição de poder à medida em que estabelece que só quem é dotado de uma habilidade muito especial será capaz de lidar com esse saber. A Hipótese do Contínuo, problema sobre o qual Cantor se debruçava à beira da sua morte, é indicada como a causa de sua loucura, um conhecimento perigoso que, mais tarde, também levaria Gödel à loucura (CAFEZEIRO; GADELHA; CHAITIN, 2015). Nessas narrativas, as construções matemáticas assumem importância relegando a um "pano de fundo" toda conjuntura de perseguições e privações que fizeram parte do cotidiano desses matemáticos e, no caso de Cantor, o isolamento acadêmico a que foi submetido por apresentar à comunidade matemática ideias radicalmente diferentes das propostas da época.

As propostas matemáticas de Cantor não eram propostas de um louco, embora tenham sido tomadas como tal. Elas tinham uma fonte de inspiração e propósitos que não eram comuns aos matemáticos da época, e assim destituídas de seus motivos inspiradores, constituíam um saber inalcançável para eles. A religiosidade de Cantor deu forma a uma matemática cujo compromisso não era com a comprovação na natureza, mas sim a adequação à sua busca por Deus. Para os matemáticos da época, uma matemática alucinada, porque não compreendiam o que estava em por trás daquelas formulações. Para os estudantes de hoje, uma matemática mágica porque funciona sem motivo aparente. Nas aulas de matemática eles estudam apenas as formulações, e desconhecem as inspirações que lhes deram forma.

É no bojo desse desprezo às questões da vida, às inspirações e suas expressões matemáticas que se configurou a versão de que Cantor ficou estupefato com suas próprias descobertas e exclamou "Vejo, mas não acredito". Ao enfatizar o *assombro* de Cantor com suas próprias *descobertas*, esta versão fortalece o carácter misterioso do infinito. No entanto, alguns matemáticos percebem nesta afirmação a *certeza* de Cantor com suas próprias *construções*, e denunciam a conveniência da utilização desta exclamação no sentido de reforçar a configuração de poder em torno do saber matemático. Gouvêa (2011, p. 199) mostra que "muitos matemáticos, ao refletirem sobre a experiência de fazer matemática, acharam a frase de Cantor útil". Vemos, portanto, que a matemática ajeita suas formas de acordo com as conveniências de certos grupos e de certo tempo e local: é comprometida e situada (não neutra e universal). Assim, omitir a conjuntura em que os enunciados matemáticos se formaram é tão autoritário quanto afirmar que Cabral descobriu o Brasil, e que as índias brasileiras se apaixonaram pelo garanhão europeu. É contar a história dos vencedores, priorizando a ótica do dominador, ou no caso da matemática, valorizando a matemática hegemônica. E, no entanto, é óbvio que os índios já estavam aqui antes de Cabral e que as índias eram estupradas, assim como é explicito nas cartas de Cantor que esta foi a forma dele dizer a Dedekind que compreendia, mas não aceitava as objeções que este último fazia às suas ideias. Gouvêa explica que o assombro de Cantor com suas "descobertas" foi uma produção da ciência moderna no bojo da conveniência por uma matemática autônoma, naturalizada, assombrosamente verdadeira. Ele cita o comentário de Cavaillès de 1937 de que os resultados teriam surpreendido ao próprio Cantor: "... essas surpreendentes descobertas - surpreendentes antes de tudo para o próprio autor: "Eu vejo isso, mas não acredito", escreve ele em 1877 a Dedekind sobre uma delas - essas noções radicalmente novas." (NOETHER; CAVAILLÈS, 1937 apud GOUVÊA, 2011, p. 199, tradução nossa) e conta que

provavelmente foi Jacques Hadamard (1945), no "Ensaio sobre a Psicologia da Invenção no Campo Matemático", de 1945, quem selou a versão do espanto de Cantor com os próprios resultados. Para reforçar a tese da "descoberta casual", Hadamard atestou: "é certo que Georg Cantor não poderia ter previsto um resultado do qual ele próprio diz: 'Eu vejo, mas não acredito'". (HADAMARD, 1945 apud GOUVÊA, 2011, p. 199, tradução nossa).

Um outro exemplo interessante que ilustra a configuração de poder que se estabeleceu em torno da matemática são os estudos sobre a razão áurea. O processo de construção de retângulos em proporção foi apresentado passo a passo por Euclides, na Proposição 30, do Livro IV dos *Elementos* (BICUDO, 2009). Nos dias de hoje, nos referimos a este processo como "razão áurea", e entendemos que ele expressa uma proporção agradável ao olhar. Da mesma forma com o que ocorre no que se refere ao infinito, dizer que as grandes obras de arte da humanidade cumprem com a proporção áurea é um empreendimento no sentido de fortalecer a confiança na matemática fazendo com que, até para achar bonito seja necessário a bênção da matemática. Mas, segundo Mário Livio, o termo "Divina Proporção" surgiu no livro de Luca Pacioli, publicado na Itália no século XVI com a colaboração de Leonardo da Vinci. Mário Livio ressalta: "Não há dúvida de que Pacioli tinha um grande interesse pelas artes e que sua intenção na Divina Proporção era parcialmente aperfeiçoar a base matemática nas artes" (LIVIO, 2002, p. 133, tradução nossa). Esta é uma evidência de que foi por conveniência da ciência moderna que o Φ recebeu a honra de tornar-se "áureo". Livio desconstrói a tese de que a proporção áurea tenha sido reverenciada por artistas nos séculos que antecedem a publicação do livro de Pacioli (LIVIO, 2002, p. 162), o que pode servir de explicação ao desalento dos jovens alunos de Gonçalves e Valente (2016) que, em suas experiências em sala de aula, não encontraram Φ nas medidas das obras renascentistas. No entanto, estes alunos viram uma aproximação de Φ nas proporções entre largura e comprimento dos cartões de crédito, uma clara indicação do que para nós é áureo: o consumo.

Dizer que a natureza exibe a espiral de Fibonacci nas suas perfeições significa dizer que a matemática é tão perfeita que está na base das coisas mais perfeitas criadas por Deus. Porém, ao desenhar a espiral áurea na concha dos náutilos, convém usar uma linha grossa para esconder os desajustes. Em sítio educativo "O Número de Ouro em Conchas de Náutilos.
Verdade ou Mentira?" Bortolossi (2017) argumenta com clareza que "náutilos áureos" não existem. Mas Bortolossi não verifica que a dicotomia verdade-mentira a partir da comprovação na natureza não esclarece os processos da matemática, mas, ao contrário disso, reafirma o papel da matemática como expressão da verdade. Para compreender a configuração da matemática é preciso evidenciar os compromissos que estavam em jogo no tempo e local de enunciação das expressões matemáticas.

Percebemos, por estes exemplos, que a matemática toma forma a partir dos vínculos com a vida, ao mesmo tempo em que passa também a conformar a vida. Na presença das coisas do mundo, a perfeição matemática demanda ajustes. O mágico não já não consegue ocultar os seus mistérios. Para torná-los operacionais no mundo da vida ele necessita de um biscateiro que faça arremates, gambiarras de modo a adaptar as definições lapidadas da matemática às imprevisíveis imperfeições de toda ordem que se manifestam no viver.

5 O Mágico e o biscateiro

> Há uns anos atrás, visitei seu Armando que então morava ainda num Bangu sem prisões, fui buscar uma mesa de tampo redondo que havia encomendado. Lá chegando, seu Armando ainda trabalhava na minha encomenda. A mesa estava montada e seu tampo forrado de fórmica como eu pedira, faltava apenas uma fatia de fórmica para o arremate da espessura do tampo. Seu Armando pediu que eu sentasse e aguardasse uns minutos. Sentei e observei o seu trabalho. Mediu o diâmetro do tampo com um barbante esticado, procurando a maior distância possível entre os pontos da borda. Nesse instante eu me levantei e disse:
> -- Como é que o senhor faz para calcular o comprimento da tira? E ele respondeu:
> -- Multiplico o diâmetro medido por 3,25 e corto a tira.
> -- 3,25 (exclamei) NÃO! Tem que ser 3,14. Senão vai sobrar fórmica.
> Ele riu e concluiu: -- Isso não é matemática professor, é carpintaria.
> Diante da minha teimosia, entregou-me tesoura e fórmica para que eu mesmo terminasse o trabalho. Seguro com a minha matemática, cortei a tira no tamanho *certo*: π vezes o diâmetro. Ao circundar a faixa na mesa, o assombro: faltou um dedo de fórmica para fechar a volta.
> Descartando o pedaço desperdiçado, seu Armando cortou a faixa de fórmica com sua tesoura e seu π=3,25 e colou-a ao tampo. Perfeito! Voltei para casa com a mesa encomendada. Feliz e intrigado.
>
> (KUBRUSLY, 2004)

Quando se esconde o percurso de construção das entidades matemáticas, ou em outras palavras, quando se omite o vínculo das ideias com o mundo, produz-se um conhecimento autoritário porque restringem-se as possibilidades de questionamentos. O matemático, capaz de dominar esse saber hermético, acessível somente às mentes mais capazes, passa a ocupar uma posição privilegiada de quem pode enxergar além. Por vezes, o professor de matemática toma proveito dessa situação. Apresenta uma matemática maravilhosa, autônoma, fantástica, capaz de fazer operarem as tecnologias, e que sempre funciona, não se sabe bem porquê. Ele se coloca na posição de quem domina a mágica e reforça o seu papel de autoridade na sala de aula na carona da autoridade do saber matemático. O estudante, tão maravilhado quanto assombrado, não compreende como pode dar certo. Como que a matemática pode se adequar tão bem aos problemas apresentados? Nem sempre fica claro que a matemática foi feita para aqueles problemas, ou muitas vezes o problema foi concebido para aquela matemática, nada foi por acaso. E no mundo purificado do lápis e papel tudo funciona mesmo. Muitas vezes dá a entender que a matemática é uma construção universal, e portanto, vai funcionar sempre, qualquer que seja o lugar, quaisquer que sejam as condições. As provas formais entram em cena como um

“cala-boca” porque servem de atestado de verdade e, na medida em que trazem justificativas em termos da própria matemática, não conduzem ao entendimento. Mas os matemáticos insistem que sim, porque desconsideram que o raciocínio dedutivo explicitado pelas provas formais não corresponde à maneira como pensamos. Quanto a isso, Kline (1976, p. 53) já havia argumentado, o estilo dedutivo de apresentação da matemática passou a ser identificado também como o modo de pensamento evidenciando um contraste entre a “razão lógica” dos matemáticos e a maneira caótica de pensar das pessoas em geral. As explicações das questões matemáticas em termos das suas próprias justificativas racionais deixam de fora as questões que serviram de inspiração para as formulações pois não são consideradas
“matemáticas”.

Estabelece-se, em torno do saber matemático uma configuração de poder que privilegia tanto o sujeito matemático (ou quem se coloca como porta-voz da matemática) quanto os entes matemáticos (o quê ou quem adere à matemática através de seus números, mecanismos, dados, estatísticas). O que dá suporte a esta configuração de poder é a omissão do processo de criação (com suas vinculações na vida) e apresentação do resultado isolado, cuja compreensão torna-se inacessível. Configura-se uma matemática mágica.

No entanto, no contato com as demandas da vida, as coisas do mundo exigem adaptações nesse aparato formal. A constante π já não dá conta de completar a circunferência porque entram em cena fatores inesperados, imperfeições, espessuras, peculiaridades dos materiais. A espiral áurea não se assenta perfeitamente na concha do caracol, o olhar cuidadoso verifica a necessidade de adaptações. Entram em cena um outro “π”, uma outra “espiral áurea” decorrentes dos ajustes. Daí se veem duas matemáticas, a do mágico e a do biscateiro. Porém, as duas matemáticas estão sempre em cooperação. A mágica se contamina com as “imperfeições” da vida, e para tornar-se útil, acolhe gambiarras e arremates. Por outro lado, gambiarras e arremates reivindicam o reconhecimento e legitimação como ciência mágica.

Este não é um mecanismo particular das matemáticas e técnicas, mas das ciências, como perceberam Deleuze e Gattarri (2012). Há sempre uma ciência nômade, bastante atrelada à vida e ao viver, e uma outra, Ciência Régia, ou Ciência de Estado, que é legitimada e reconhecida, ciência do pedreiro e Ciência do Arquiteto:

> Tanto nas ciências nômades como nas ciências regias, encontraremos a existência de um "plano", mas que de modo algum é o mesmo. Ao plano traçado diretamente sobre o solo do companheiro gótico opõe-se o plano métrico traçado sobre papel do arquiteto fora do canteiro. Ao plano de consistência ou de composição opõe-se um outro plano, que é de organização e de formação (DELEUZE; GUATTARI, 2012, p. 36).

A Ciência Régia, ou Ciência de Estado, desenvolve-se como um tecido, operando sobre um percurso ilimitado em extensão, mas limitado em largura pelo formato do tear. Desenvolve-se sobre normas consensuais na comunidade científica. A outra, por sua vez, a ciência nômade, opera sobre um espaço liso, como um feltro. É desregrada, e se realiza sem direção estipulada, seguindo o fluxo dos acontecimentos.

> Ao talhe das pedras por esquadrejamento opõe-se o talhe por painéis, que implica a ereção de um modelo a reproduzir. Não diremos apenas que já não há necessidade de um trabalho qualificado: há necessidade de um trabalho não qualificado, de uma desqualificação do trabalho (DELEUZE; GUATTARI, 2012, p. 36)

Deleuze e Guattari reconhecem uma configuração de poder. A Ciência Régia a subjuga a ciência nômade na mesma medida em que necessita dela na demarcação de seu espaço de hegemonia:

> Conhece-se os problemas que os Estados sempre tiveram com as "confrarias", os corpos nômades ou itinerantes do tipo pedreiros, carpinteiros, ferreiros, etc. Fixar, sedentarizar a força de trabalho, regrar o movimento do fluxo de trabalho, determinar-lhe canais e condutos, criar corporações no sentido de organismos, e, para o restante, recorrer a uma mão-de-obra forçada, recrutada nos próprios lugares (corvéia) ou entre os indigentes (ateliês de caridade), — essa foi sempre uma das principais funções do Estado, que se propunha ao mesmo tempo vencer *uma vagabundagem de bando,* e *um nomadismo de corpo*. [...] O revide do Estado é gerir os canteiros, introduzir em todas as divisões do trabalho a distinção suprema do intelectual e o manual, do teórico e o prático, copiada da diferença "governantesgovernados". (DELEUZE; GUATTARI, 2012, p. 36).

6 Em que local a contribuição do seu trabalho se situa?”

Uma vez percebido esse movimento de tensão entre as ciências, e assumindo o nosso lugar de fala como um país que não pertence ao centro hegemônico de produção científica, nosso argumento é em favor do reconhecimento destas duas matemáticas e de sua operação simbiótica porque a matemática mágica, ao omitir o seu percurso de construção e apresentarse de modo inquestionável, não nos favorece. É justamente no contato com a vida que se ampliam as possibilidades de produção criativa, inovadora. É uma produção tão comprometida com problemas e demandas do viver quanto indiferente às normas da Ciência Régia, e portanto, tende a ser invisível aos parâmetros e índices produzidos pela ciência dita universal. Disse Marques (2016), na abertura do Scientiarum Historia: “[...] e as vidas brasileiras são imensamente ricas em conhecimentos que permanecem à margem de uma academia que pauta seus objetivos unicamente pelas questões já valorizadas e já em circulação na rede global”.

Marques propõe a substituição da pergunta que aqui tomamos como título por outras, que demarcam o caráter situado da produção científica: "'Para que local (rede, coletivo) seu trabalho contribui?' ou ainda 'Em que local (rede, coletivo) a contribuição do seu trabalho se situa?'" Essas perguntas abrem possibilidades para uma produção científica mais simétrica e dialógica. No campo das ciências humanas, principalmente em estudos referentes a situações de desprestígio, preconceito e vulnerabilidade, são mais frequentes as desconfianças "das efêmeras certezas nas quais as estruturas interessadas de poder tendem a nos apresentar como algo perene" (NASCIMENTO, 2016, p. 25). Daí a emergência de abordagens situadas, ou seja, que estão sempre atreladas ao local e momento de enunciação, sendo assim inseparáveis das redes e coletivos onde são concebidas e tomam forma. No campo das ciências exatas esta percepção é menos frequente e causa estranheza. Este artigo traz uma modesta contribuição no sentido de ampliar a compreensão sobre a possibilidade de matemáticas situadas.

A narrativa que relatamos na seção a seguir deixa claro que a matemática é *construída* a partir das demandas da vida e *desnaturaliza* o conceito de números ao mostrar a invenção de um novo conjunto numérico em decorrência dos caprichos dos computadores. Além disso, ilustra que a matemática se faz em regras e formas tanto quanto no devir dos acontecimentos. Ao mesmo tempo, coloca em cena o questionamento referente ao espaço destinado aos pesquisadores brasileiros em a uma academia submissa à ordem mundial de produção científica. Para assegurar a demarcação de um espaço de hegemonia, a ordem global necessita reconhecer casos de sucesso na ciência subalterna. Isto se dá na produção de exceções que se enquadrem nos critérios e regras idealizados fora das localidades consideradas subalternas para privilegiar a produção dos centros hegemônicos. Assim, como argumenta Marques (2016), criam-se possibilidades de lançar pesquisas e pesquisadores brasileiros "em espaços de ser, viver e conhecer" que são como "bolhas de pseudo-vencedores", uma vez que fomentam a ilusão de excelência, de produção de uma ciência de primeiro mundo, "nutrindo o sentimento de que não fazem do Brasil, apesar de todas as evidências em contrário".

7 Uma história brasileira

O HCTE, Programa de pós-graduação em História das Ciências e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, tem a honra de sediar a invenção de um novo conjunto numérico. Em seminário ocorrido no dia 23 de novembro de 2016, o professor Tiago Soares dos Reis apresentou os trabalhos (REIS; ANDERSON, 2017; REIS; GOMIDE;

ANDERSON, 2016; REIS; KUBRUSLY, 2015; ANDERSON; REIS, 2015; REIS; ANDERSON, 2015) que resultaram em sua tese de doutorado defendida no HCTE no ano anterior onde desenvolveu uma axiomática para definir o conjunto dos números transfinitos. Este conjunto foi proposto para acolher o número *nullity*, o resultado da divisão de zero por zero. No seminário, Tiago explicou que esta divisão se tornou um problema porque os computadores param quando alcançam uma divisão por zero, um resultado para o qual não havia definição numérica.

Até o presente momento, a Ciência da Computação contorna este problema apresentando uma condição de exceção, ou seja, o programa provê uma indicação de que uma situação inesperada aconteceu impedindo a continuidade dos cálculos. Por exemplo, o padrão IEEE 754 define um dado NaN (*not a number*) para indicar que o cômputo alcançou um valor indefinido ou não representável. É uma situação desagradável porque deixa aparente o erro e impede a conclusão da tarefa. O Cientista da Computação James Anderson, atualmente professor e pesquisador na *School of Systems Engineering, University of Reading*, na Inglaterra, propôs uma alternativa ousada: transformar a matemática para que atenda às demandas computacionais, fazer com que o que é dito *erro* vire *número*. Tiago explica porque a divisão por zero não é possível na matemática:

> A impossibilidade da divisão por zero é um fato bem conhecido na matemática. Dado $a \in \mathbb{R}$, sabemos que não é possível que $a/0 \in \mathbb{R}$ de acordo com as definições usuais da aritmética em $\mathbb{R}$. De fato, no conjunto dos números reais, divisão nada mais é que a multiplicação pelo inverso multiplicativo. Ou seja, se $a, b \in R$ com $b \neq 0$, a b significa $a \times b^{-1}$, onde b^{-1} representa o inverso multiplicativo de b, isto é, b^{-1} é um número real tal que $b \times b^{-1} = 1$. Ora, se quisermos permitir o denominador zero, com o mesmo significado que possui para qualquer outro número real, devemos ter um inverso multiplicativo de zero. O que não é possível, pois se existisse $c \in R$ tal que $0 \times c = 1$, teríamos $0 = 0 \times c = 1$, o que é um absurdo. Isto posto, fica claro que se quisermos a divisão por zero, precisamos estender a definição de divisão e, quiçá, a definição de número. (REIS, 2015, p. 11).

Na verdade, esta não seria a primeira vez em que a matemática transforma-se pra acolher as demandas do computador.

Mackenzie (1996) já nos mostrou que na década de 1970, diversos fabricantes de computadores perceberam que os cálculos resultavam em valores diferentes conforme a máquina em que eram executados. O motivo da diferença era que cada fabricante adotava um critério para transformar um número com a expansão decimal infinita (irracional) em um número capaz de ser representado em tamanho finito. As grandes disputas envolvendo favorecimentos comerciais levaram esta questão aos tribunais, e a definição de uma representação computacional capaz de lidar com números irracionais só foi alcançada após quase uma década de disputas resultando no padrão IEEE 754. Assim, a matemática que roda hoje nos nossos computadores é resultado de disputas comerciais. Mas essa é justamente a matemática do cotidiano: calcula nossos salários, paga nossas prestações, etc, é uma matemática de biscateiros. Não foi, entretanto, suficientemente robusta a ponto de obter o status de mágica, merecedora de ser ensinada nas escolas e academias.

Já no século XXI, nos Brasis, aconteceu de um matemático se interessar pela proposta de James Anderson. Tiago Soares dos Reis desenvolveu em sua tese de doutorado uma axiomática para definir a proposta de Anderson, ou seja, escreveu em linguagem formal um conjunto de definições que determinam o funcionamento dos cálculos de modo que as contas podem prosseguir acolhendo as divisões por zero como valores possíveis. A gambiarra transforma-se em mágica: nascem os números transfinitos!

No seminário de 24 de novembro Tiago foi indagado sobre o fato de números transfinitos terem sido propostos no campo da computação e não da matemática. Ele respondeu que o matemático trabalha com padrões e regras. Ele não saberia dizer como uma coisa nova poderia nascer nos rigorosos padrões da matemática.

O biscateiro esculpe as pedras e o mágico as transforma em ouro. Curioso, nesta história, é que neste caso, o biscateiro é europeu, e o mágico, brasileiro!

Referências

ANDERSON, James; REIS, Tiago Soares dos. Transreal Newtonian Physics Operates at Singularities. **Synesis** (on line), Petrópolis, v. 7, p. 57-81, 2015. Disponível em: http://seer.ucp.br/seer/index.php/synesis/article/view/738/426. Acesso em: 13 jan. 2017.

ANDRADE, Oswald. Manifesto antropofágico. **Revista de Antropofagia**, São Paulo, v. 1, v. 1, 1928.

BICUDO, Irineu. **Elementos de Euclides**. São Paulo: Ed. Unesp, 2009.

BLOOR, David. **Conhecimento e imaginário social**. São Paulo: Ed. Unesp. 2009.

BOAL, Augusto. **Teatro do oprimido e outras poéticas políticas**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1985.

BORTOLOSSI, Humberto. **O número de ouro em conchas de náutilos.** Verdade ou Mentira? Niterói. Disponível em: http://www.cdme.im-uff.mat.br/rza/rza-html/rza-br.html. Acesso em: 13 jan. 2017.

CAFEZEIRO, Isabel; Marques, Ivan. Sobre o trabalho das/os matemáticas/os. *In:* CONGRESSO SCIENTIARUM HISTORIA IX, 2012, Rio de Janeiro. **Anais […]**. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

CAFEZEIRO, Isabel; GADELHA, Carmem; CHAITIN, Virgínia. O trágico e a cena contemporânea: por um encontro artístico-matemático. **Revista Coletânea**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 278-294, 2015.

CAFEZEIRO, Isabel *et al*. Paulo Freire, Mathematics and Policies that Shape Mathematics. **Journal of Indian Council of Philosophical Research,** New Delhi, n. 3, 2017.

CARRAHER, Terezinha N.; CARRAHER, David W.; SCHLIEMANN, Analúcia D. Na vida dez; na escola zero: os contextos culturais da aprendizagem da matemática. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 42, p. 79-86, 1982.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática** - elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

DANGEROUS KNOWLEDGE. Documentário BBC. 89 min. 2007.

DELEUZE, Gilles; GUATARRI, Félix. **Mil Platôs.** Capitalismo e esquisofrenia. São Paulo: Editora 34, 2012. v. 5.

DUVAL, Raymond; MACHADO, Silvia D. A. (org.). **Aprendizagem em matemática**: Registro de representação semiótica. 7. ed. Campinas: Papirus, 2010.

FERREIRA, Eduardo S. Racionalidade dos Índios Brasileiros. **Revista Scientific American Brasil,** Etnomatemática, São Paulo, Edição especial, n. 11, 2001.

FLECK, Ludwick. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FREIRE, Paulo. **Conscientização e alfabetização, uma nova visão do processo**. Serviço de Extensão Cultural, Universidade do Recife, 1963.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

FOUCAULT, Michel. **História da loucura na Idade Clássica.** São Paulo: Perspectiva, 1978.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. 27. ed. São Paulo: Graal, 2013.

GONÇALVES, Ana Paula; Valente, Scleidi. A poesia dos Números Reais - Barros, Pessoa, Green, seus vazios e seus infinitos. *In:* SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 15., 2016, Florianópolis. Florianópolis, SC. **Anais [...].**, Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

GOUVÊA, Fernando. Was Cantor surprised? **The Mathematical Association of America**, Waterville, n. 118, mar. 2011.

HADAMARD, Jacques. **An essay on the psychology of invention in the mathematical field.** Princeton: Princeton University Press, 1945.

HARDY, Godfrey H. **A mathematician's apology**. University of Alberta Mathematical Sciences Society. 2005. Disponível em: https://www.math.ualberta.ca/mss/misc/A%20Mathematician's%20Apology.pdf. Acesso em: 13 jan. 2017.

KITCHER, Philip. **The nature of mathematical knowledge**. United Kingdom: Oxford University Press, 1984

KLINE, Morris. **O fracasso da matemática moderna**. São Paulo: IBRASA, 1976.

KUBRUSLY, Ricardo. **Pequenas digressões** m**atemático-filosóficas e outros pecados**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: http://www.dmm.im.ufrj.br/projeto/diversos/transf1.html. 2004. Acesso em: 25 abr. 2017.

LATOUR, Bruno. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos de ciências. Florianópolis: EDUSC, 2001.

LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. **A vida de laboratório:** a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LIVIO, Mario. **The golden ratio:** the story of phi, the world's most astonishing number. New York: Bradway Books, 2002.

MACKENZIE, Donald. Negotiating arithmetic, constructing proof. *In*: MACKENZIE, D. (ed.). **Knowing machines.** Essays on technical change. Cambridge, MA: The MIT Press, 1996. p. 165-184.

MANNHEIM, Karl. **Ideologia e utopia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

MARQUES, Ivan. História das Ciências, Estudos CTS e os Brasis. Texto da conferência de abertura do Congresso Scientiarum Historia IX, 2016. *In:* CONGRESSO EM HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DAS TÉCNICAS E EPISTEMOLOGIA, 9., 2016, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...].** Rio de Janeiro, 2016.

NASCIMENTO, Judson. **Gestão situada de incubadoras sociais**. O caso da Incubadora Afro Brasileira. Rio de Janeiro: Multifoco, 2016.

NOETHER, Emmy; CAVAILLÈS, Jean. **Briefwechsel cantor–dedekind**, Paris: Hermann, 1937.

REIS, Tiago Soares dos. **Transmatemática**. 2015. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

REIS, Tiago Soares dos; ANDERSON, James. Transreal calculus. **IAENG International Journal of Applied Mathematics**, London, v. 45, p. 51-63, 2015.

REIS, Tiago Soares dos; ANDERSON, James. Transcomplex Numbers: Properties, Topology and Functions. **Engineering Letters**, New York, v. 25, p. 90-103, 2017.

REIS, Tiago Soares dos; GOMIDE, Walter; ANDERSON, James. Construction of the transreal numbers and algebraic transfields. **IAENG International Journal of Applied Mathematics**, London, v. 46, p. 11-23, 2016.

REIS, Tiago Soares dos; KUBRUSLY, Ricardo. Divisão por zero e o desenvolvimento dos números transreais. **Synesis** (on line), Petrópolis, v. 7, p. 139-154, 2015. Disponível em: http://seer.ucp.br/seer/index.php/synesis/article/view/733/360. Acesso em: 13 jan. 2017.

RESNIK, Michael. **Mathematics as a science of patterns**. United Kingdom: Oxford University Press, 1997.

SILVA, Vanísio L. Depoimento na seção ponto de vista. **Revista Scientific American Brasil**, Etnomatemática, São Paulo, Edição especial, n. 11, 2001.

STRUIK, Dirk J. On the sociology of mathematics. **Science and Society**, New York, v. 6, n. 1, p. 58-70, 1942.