1
A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA É INDEFINIDA

A fim de esclarecer possíveis sentidos para a frase “a educação matemática é indefinida”, primeiramente apresento uma ligeira discussão sobre os termos *matemática*, *educação matemática* e *indefinição*.[2]

Entendo a *matemática* como um conceito aberto, uma vez que, para ela, existem muitos sentidos. Em *Investigações filosóficas*, Ludwig Wittgenstein aborda a diversidade de jogos de linguagem, ideia que bem se aplica ao caso em questão. Como campo de pesquisa, a matemática está repleta de problemas abertos e conceitos novos ainda em formação; na educação, a matemática possui um corpo de conhecimento estabelecido e consolidado, com divisões estanques e sequências fixas de apresentação. A matemática pode, contudo, se ocupar de conhecimentos e compreensões que não se encaixam nas estruturas institucionalizadas por currículos e programas de pesquisa. Nesse sentido, seria possível colocar em evidência a matemática presente no dia a dia de muitas profissões. Ela é parte integrante da tecnologia, do *design* e das tomadas de decisão, está nas tabelas, nos diagramas e nos gráficos. Basta folhear um jornal para encontrar muita matemática.

No espírito da metáfora dos jogos de linguagem, essa diversidade de manifestações da matemática não precisaria se adequar a uma *matemática genuína* subjacente; de modo contrário, concepções bem distintas de matemática poderiam coexistir simplesmente. Talvez tudo não passe de um caso em que uma mesma palavra ou expressão linguística esteja sendo empregada com sentidos e usos diferentes. Melhor seria, então, abandonar toda expectativa de se estabelecer uma explanação definitiva da matemática. Tentativas sérias como o logicismo, que descreve a matemática como um conjunto de tautologias, e o formalismo, segundo o qual a matemática seria um jogo formal com regras explícitas, só para ficar em dois exemplos, parecem sugerir que a matemática *não* possui características absolutas. Vou tentar manter essas considerações em mente sempre que tratar da matemática. Reconheço que isso me coloca em uma situação incômoda, visto que já usei a palavra *matemática* várias vezes e vou continuar usando. Não pretendo mudar.

De forma bem parecida, o termo *educação matemática* tem muitos empregos, designando atividades distintas. Pensemos sobre o ensino e a aprendizagem e os diversos contextos em que eles acontecem. Há a educação matemática das escolas, em que o ensino fica a cargo dos professores e a aprendizagem fica a cargo dos alunos. E há a educação matemática fora da escola. Ensina-se e aprende-se matemática no trabalho e em muitas atividades diárias: no comércio, nos bancos, no noticiário etc. Quero ter sempre em mente essas situações.

E, por fim, resta o sentido de *indefinição*. O que vem a ser isso? Um processo social indefinido seria aquele cujos resultados são imprevisíveis. É uma situação aberta. Há um paralelo entre o emprego da palavra *indefinido* aqui e o emprego da palavra *crítico* em medicina. Alguém pode informar que o estado de um paciente é crítico. Isso significa que sua situação é instável e pode piorar a qualquer momento; podem acontecer, na verdade, reviravoltas em todas as direções – faz uma enorme diferença para que lado a situação vai virar. Em geral, considero que algo é indefinido se sua evolução se mostra de formas muito diferentes, dependendo de fatores muitas vezes impossíveis de se compreender. O desencadeamento do processo está fora de controle e segue caminhos aleatórios.

Isso nos leva a uma releitura do título deste capítulo “indefinição na educação matemática”: a educação matemática – em sentido abrangente – pode ser praticada nas mais variadas modalidades, o que pode fazer a diferença, para o bem ou para o mal.

❑ *A educação matemática despotencializa*[3] *os alunos*

Na literatura, encontram-se vários exemplos de situações repugnantes na educação matemática, quase sempre protagonizadas por professores que, por exemplo, tiranizam os alunos e desdenham de quem não percebe a elegância de uma demonstração.

Costuma haver, em muitas situações relativas à educação matemática, certa ingenuidade, e cegueira até, a respeito dos aspectos sociopolíticos envolvidos. No filme *A vida é bela*, de Roberto Benigni, há uma cena que ilustra grotescamente esse quadro. A parte inicial do filme, mais divertida, se passa numa cidade pequena do interior da Itália antes da Segunda Guerra Mundial. Fazia parte da ideologia fascista uma relativa admiração pelo nazismo alemão. Numa cena breve, uma professora italiana, que havia vivido na Alemanha, mostrava-se impressionada pelo fato de os alunos alemães serem capazes de responder problemas como este:

> Cuidar de um louco custa ao Estado 4 marcos por dia. Cuidar de um aleijado, 4,5 marcos. De um epiléptico, 3,5 marcos. A média é de 4 marcos por dia, e o número de pacientes é de 300.000. Quanto seria economizado caso esses indivíduos fossem eliminados?

A professora italiana não conseguia acreditar que crianças de sete anos conseguissem resolver problemas como esse, afinal ele envolve muitas contas. Eles precisariam ter visto álgebra. Um homem que escutava a professora chamou a atenção para o fato de que o problema poderia ser resolvido com apenas uma multiplicação (ele aparentemente considerou que o número de loucos, aleijados e epilépticos fosse o mesmo): “300.000 vezes quatro. Matando-os a todos gera uma economia de 1.200.000 por dia, certo?”. A professora concordou, mas a questão para ela era o fato de que as crianças de sete anos na Alemanha conseguiam resolver o problema, enquanto, na Itália, não.

Exercícios desempenham um papel crucial no *ensino de matemática tradicional*. Ao longo de todo o período em que frequentam a escola, as crianças, em sua maioria, respondem a mais de 10 mil exercícios. Contudo, essa prática não ajuda necessariamente a desenvolver a criatividade matemática. Será que o papel da educação matemática é preservar visões equivocadas de ordem social e política, que estão profundamente arraigadas na sociedade? Será que nos perdemos enquanto educadores? Ou será que a educação matemática desde sempre é pautada por interesses do mercado de trabalho e nós, educadores matemáticos, temos dificuldade de reconhecer isso? Vejamos, com mais atenção, um exercício hipotético:

> Uma loja fornece maçãs ao preço de R$ 0,12 a unidade ou R$ 2,80 por uma cesta de três quilos (um quilo corresponde a 11 maçãs). Calcule quanto Pedro economizaria se ele comprasse 15 quilos de maçãs, pagando o preço por cesta em vez de pagar o preço por unidade.

Como tantos outros exercícios do ensino tradicional de matemática, esse exemplo foi artificialmente inventado. Não é preciso ir a campo, ao encontro do mundo real, para elaborar exercícios como esse. Além disso, com respeito a esse caso, todas as informações que constam no enunciado são recebidas com se fossem absolutamente precisas e verdadeiras. Assim, não é preciso questionar até que ponto 11 maçãs pesam, de fato, um quilo ou se o preço unitário é mesmo R$ 0,12. Parece-nos que não há nenhuma importância o fato de que dois tipos diferentes de verdade estão em jogo, e que, consequentemente, isso nem mesmo deva ser mencionado no enunciado.

Toda informação contida no enunciado deve ser recebida como algo fechado, exato e suficiente. Ou, mais especificamente, as informações do exercício são compreendidas como necessárias e suficientes para resolvê-lo. Dada essa informação, é possível (e legítimo em aulas de matemática) calcular *a* solução correta. Os alunos não precisam buscar mais informações. O processo torna-se tão natural que a ideia de sair da sala para confirmar preços e pesos não ocorre a ninguém. Isso nos remete ao principal aspecto da industrialização: o controle da mão de obra. Um dos dispositivos fundamentais da revolução industrial foi reunir e confinar os trabalhadores nas fábricas, fornecendo a eles todas as ferramentas necessárias para realizar as tarefas, de modo que eles não precisassem mais se deslocar durante o período de trabalho. Uma lógica similar também está presente no ensino de matemática tradicional. Toda a informação está à disposição, e os alunos podem permanecer quietos em suas carteiras resolvendo exercícios. Um exercício define um micromundo em que todas as medidas são exatas, e os dados fornecidos são necessários e suficientes para a obtenção da única e absoluta resposta certa.

Espera-se dos alunos que encontrem uma resposta certa, e muitas coisas interferem nesse processo. Se o aluno obteve um resultado não esperado, talvez o motivo tenha sido, no fim das contas, a escolha de um método indevido. Ou ele pode simplesmente ter cometido um equívoco ao copiar os dados do enunciado: por exemplo, poderia ter escrito R$ 0,12 em vez de R$ 0,22. Ou ele se confundiu e escolheu outro exercício: “Oh, Joãozinho, esse dever é da semana passada, nós já estamos na página 34.”

Michel Foucault escreveu sobre o *regime de verdades*. Segundo ele, em cada sociedade desenvolve-se um conjunto de categorias definidoras de verdades. O estabelecimento de *regimes de verdade* é um processo histórico e cada arcabouço de categorias assim formado tem sua época própria. Todo discurso é enquadrado pela cultura e pelo contexto, e, consequentemente, atua de modo a reforçar o que se aceita ou não como verdade:

> Cada sociedade tem seu regime de verdade, sua “política geral” de verdade – isto é, os tipos de discurso que ela aceita e faz funcionar como verdade; os mecanismos e instâncias que permitem que se distinga afirmações verdadeiras e falsas; os meios pelos quais elas são sancionadas; as técnicas e procedimentos reconhecidos para a aquisição de verdades; o *status* daqueles que são autorizados a dizer o que conta como verdade. (Foucault 2000, p. 131)

De modo similar, o ensino de matemática tradicional também exercita seu regime de verdades.

Se a questão é entender matemática, as regras e os enquadramentos característicos de seu ensino tradicional soam irracionais. Por outro lado, parece que se cumpre um propósito – que pouco tem a ver com entender matemática – quando estudantes completam o longo processo de formação, com seus mais de 10 mil exercícios resolvidos. Essa aprendizagem materializa-se numa *obediência cega a ordens*.[4] Observe o estilo da redação das questões: “Simplifique a expressão…!”, “Resolva a equação…!”, “Encontre o *x* tal que…!”, “Calcule quanto Pedro economizaria se…!”.

Esses exercícios parecem tomar a forma de longas sequências de ordens. Será que o ensino de matemática tradicional contribui para embutir nos alunos uma obediência cega que os habilita a participar de processos de produção em que a execução de ordens sem questionamento é um requisito essencial? Será que tal obediência é uma condição necessária para o funcionamento de tantos postos de trabalhos existentes, e o papel do ensino de matemática tradicional na sociedade é justamente ajudar a estabelecer essa condição? Será que uma obediência cega, da qual faz parte certa submissão ao regime de verdades, alimenta a apatia social e política que tanto é apreciada pelas forças do mercado de trabalho? Será que esse tipo de obediência contempla perfeitamente as prioridades do mercado neoliberal, em que a produção sem questionamentos atende às demandas econômicas?

❑ *A educação matemática potencializa os alunos*

A ideia de que a matemática produz alguma forma de potencialização manifesta-se de formas variadas. Existe a questão do desenvolvimento da inteligência; a da maior chance de sucesso pessoal; e a do papel social da matemática. Certamente, há outras mais, mas vou me ater a essas três.

A noção de que estudar matemática torna os indivíduos mais inteligentes é bem antiga. A matemática está entre os poucos gêneros de conhecimento cuja importância não tem sido questionada ao longo da história. Muito pelo contrário, ela sempre recebeu reconhecimento e prestígio. Para os antigos gregos, que buscavam no conhecimento alguma forma de certeza, a matemática tinha um valor especial. Platão sustentava que o conhecimento e a certeza estavam ao alcance do ser humano, e a matemática era o exemplo mais notável disso. Para Platão, nossa capacidade intelectual é que nos permite desvendar o mundo das ideias. Tempos depois, com a revolução científica, os poderes da matemática ganharam novo formato. Tornou-se senso comum que as leis da natureza possuem um caráter matemático. Assim, por meio da matemática, e somente dela, é possível captar as nuanças da criação divina. As duas linhas de raciocínio – a da certeza e a da essência da natureza – colocam a matemática como uma forma superior de potencialização.

Já a interpretação pragmática da relação entre potencialização e matemática, aquela que evidencia o sucesso pessoal, segue outra linha de raciocínio. Está mais ligada às possibilidades de aplicação da matemática na sociedade industrial. Não faltam exemplos a nosso redor, a começar pela tecnologia, que nos torna tão produtivos e eficientes. Isso é potencialização em nível pessoal. Uma série de atividades praticadas em nossa sociedade está reservada àqueles que tiveram uma boa formação em matemática. A educação matemática funciona, assim, para muitas pessoas, como garantia de boa posição no mercado de trabalho. Isso também é potencialização pessoal.

A discussão em torno da dimensão sociopolítica da potencialização tem um teor diferente. Haja vista a questão da justiça social na educação matemática em todas as suas variações.[5] Na raiz desse processo, está a expectativa de que a educação matemática pudesse concretamente causar impactos de ordem social e política, ao promover uma visão de mundo diferenciada. Isso está nitidamente expresso em várias teorias e formulações que se alinham com a educação crítica. Assim, temos Paulo Freire enfatizando a noção de *conscientização* na educação, Theodor Adorno e sua educação para *Mündigkeit*, e outros que falam em *emancipação* ou, ainda, em *cidadania crítica.*[6] Todos esses exemplos são da primeira geração da educação crítica, faz-se necessária uma análise em face das condições atuais.

O exemplo que trago a seguir é uma tentativa de promover uma concepção sociopolítica de potencialização no âmbito da educação matemática. Trata-se do Projeto Energia, conduzido pelo professor Henning Bødtkjer, que já abordei em outras obras.[7] Os alunos que participaram estavam na faixa dos 14 aos 15 anos. O ponto-chave do projeto, em se tratando de potencialização, era, em primeiro lugar, conscientizar os alunos de certas questões socioeconômicas, e, ao mesmo tempo, aplicar e desenvolver conceitos matemáticos que ajudavam a entender melhor os problemas.

O tema do projeto eram modelos de consumo e geração de energia. De início, os alunos eram convidados para um café da manhã, no qual pesavam tudo o que comiam ou bebiam, e, mais tarde, calculavam o ganho de energia que haviam obtido com aquela refeição. A base para os cálculos eram informações disponíveis sobre as propriedades nutricionais dos alimentos, em unidades de quilojoule. A parte da atividade referente à perda de energia era realizada com bicicletas. Calculava-se o quanto de energia um aluno dispensava em uma volta de bicicleta, tendo por base técnicas da ciência esportiva. As fórmulas para a determinação da quantidade de energia gasta tinham como parâmetros velocidade, distância, tipo de bicicleta e área frontal do ciclista. A distância era a mesma para todos os alunos e a velocidade individual era passível de medição. A área frontal, por sua vez, causou dificuldades, mas, no fim das contas, a questão foi resolvida adotando-se um método padrão, e, assim, os alunos puderam determinar o consumo de energia. Confrontando, então, as duas contas, eles tiveram a primeira experiência de contabilidade de valores energéticos.

Terminada essa introdução, o passo seguinte conduzia a um contexto maior, o de uma propriedade rural voltada para a produção de alimentos. Para realizar essa etapa, foram usados dados de uma fazenda real, não muito distante do lugar em que fica a escola. A primeira parte do cálculo de obtenção de energia consistia em estimar quanto de combustível gastava-se por ano numa lavoura. A terra era trabalhada em várias etapas, cada qual com um maquinário diferente, como semeadeiras, irrigadores automáticos, colheitadeiras etc. Os alunos tomaram nota de todos os procedimentos e mediram a largura das máquinas. Mediram o campo e estimaram a distância percorrida pelo trator durante sua preparação. Receberam informações da taxa média de consumo de combustível por quilômetro rodado, e, com isso, conseguiram cumprir a primeira etapa. A fazenda produzia cevada e a energia contida nas sementes usadas no plantio também foi estimada.

Na etapa de cálculo da energia produzida pela propriedade rural, os alunos precisaram estimar a quantidade de cevada que poderia ser tirada de uma gleba, para depois determinar a quantidade de energia correspondente. Para isso, eles usaram dados estatísticos. Dessa forma, chegou-se a um valor inicial para a razão entre a energia produzida e a consumida, que foi de seis vezes segundo os alunos. Esse valor pode parecer surpreendente à primeira vista. Que processo pode ter um fator de multiplicação tão alto? Claro que isso tem uma explicação: as plantas captam a energia do sol; mas será que os alunos não cometeram algum engano? As estatísticas oficiais da Dinamarca trazem valores da ordem de três vezes. Haveria outros fatores a serem considerados, como, por exemplo, o transporte. No final das contas, os alunos tiveram uma boa oportunidade de pensar a respeito de quanto se consome e quanto se produz de energia na agricultura.

O passo seguinte era estender os cálculos de consumo e produção de energia para a pecuária de corte. Costuma-se usar cevada para alimentar porcos, como era o caso daquela fazenda. Havia uma máquina que conduzia, automaticamente, a cevada diretamente do celeiro para as instalações de alimentação dos porcos nos horários programados. Um algoritmo baseado na quantidade de porcos e no peso médio permitia controlar a quantidade transferida. Esse era o canal principal de fornecimento de energia para os porcos e foi um ponto de partida para as contas dos alunos. Eles comparavam esse número com a energia da carne dos porcos após o processamento industrial. Os alunos recolheram informações sobre o consumo diário de cevada pelos porcos com base no peso e o peso efetivo dos porcos no ponto de abate. Foi preciso pesquisar também a relação entre o peso do animal, a quantidade efetiva de bacon produzida e a energia contida nela. A razão final obtida pelos alunos foi de 0,2. Considerando o aspecto da energia, a produção de carne mostrou-se um mau negócio. Os resultados obtidos pelos alunos estiveram muito próximos das estatísticas oficiais.

Ao longo de todo o projeto, os alunos familiarizaram-se com contas e números do setor alimentício, com ênfase na questão da energia. Os dados referiam-se a uma fazenda em particular, mas os procedimentos poderiam ser generalizados. Nesse sentido, o projeto foi exemplar: por meio do estudo de um caso particular, os alunos desenvolveram um entendimento sobre uma questão abrangente.[8] É óbvio que o trabalho dos alunos continha simplificações consideráveis, mas isso não tira o mérito do projeto no sentido de introduzir os alunos no tema do consumo e da produção de energia na agricultura. A matemática, em particular, desempenhou um papel importante, não apenas nos cálculos em si, mas também nas estimativas.

O Projeto Energia serviu de base para discussões posteriores a respeito de produção agrícola, uso racional de fontes energéticas e combate à fome em uma economia globalizada. Isso possibilitou comparar métodos de produção em diferentes países. Ao examinar as estatísticas, os alunos descobriram que os piores índices vêm dos Estados Unidos, onde o consumo absoluto de energia é enorme, e não apenas em termos de petróleo. Os alunos estavam discutindo questões de ordem global. Nesse sentido, esse projeto é um bom exemplo de como a educação matemática pode potencializar os alunos, e, assim, contribuir para o desenvolvimento de uma cidadania crítica.

❑ *Indefinição*

Há uma aparente contradição no que apresentei até agora: ora a matemática é considerada como fator de despotencialização dos alunos, ora ela pode ser fator-chave de desenvolvimento desse potencial. Tal contradição deve-se, em parte, ao caráter aberto do conceito de potencial. Mas o que me interessa abordar agora é outro ponto: a indefinição inerente à educação matemática, que é bem nítida nesse caso.

Diversas perspectivas abrem-se em torno do tema *potencial*. Pelo viés mais conservador, por exemplo, que prioriza o aspecto econômico, há uma expectativa de que a educação matemática possa alavancar o potencial produtivo do indivíduo como mão de obra. E os avanços percebidos podem ser contabilizados tanto na conta do indivíduo (que passa a ter um salário melhor) quanto na da empresa (que passa a ter mais lucros). Nessa linha de pensamento, pessoas são engrenagens que devem funcionar de forma apropriada e o papel da educação matemática é cuidar dessa adequação. Porém, outras perspectivas se abrem no tocante ao potencial. Como o Projeto Energia mostrou, quando a educação matemática se abre para questões como a justiça social, é possível acreditar num cenário em que alunos melhoram a autoestima, a ponto, inclusive, de poderem *questionar a autoridade*.

Potencializar ou *despotencializar* são conceitos discutíveis: ambos admitem conotações na direção que se queira. Portanto, não é de se estranhar que alguém consiga fazer um discurso sobre a educação matemática partindo de um viés de despontecialização e chegando a seu oposto. Contraditórias como elas possam parecer, as duas posições podem ser defendidas. Isso nos revela, então, *a indefinição da educação matemática*.

O significado disso é que não há como se falar em aspectos essenciais da educação matemática. Há uma gama de mecanismos despotencializadores que podem se manifestar na educação matemática, mas isso *não precisa necessariamente* ser verdade. Assim como, por outro lado, não é certo que os mecanismos potencializadores aconteçam, nem mesmo num projeto trabalhado como o Projeto Energia. No caso desse projeto em particular, a título de exemplo, podemos fazer algumas considerações. Talvez os alunos tivessem interessados, no fundo, na refeição feita na escola. Uns devem ter gostado de andar de bicicleta, outros só queriam saber mesmo é quem seria mais rápido na cronometragem. Uns talvez tenham gostado do contato com a natureza, outros devem ter achado desagradável o cheiro dos porcos. Alguns possivelmente tenham gostado da contabilidade dos ganhos e gastos de energia. Outros (quem sabe?) só pensavam em voltar para a rotina das aulas de sempre. Os alunos podem ter tido experiências muito diferentes. Nada garante que os alunos efetivamente se colocaram na posição de *questionar a autoridade*.

A educação matemática não tem uma essência. Isso não quer dizer, contudo, que ela seja neutra. Em certas situações, seus efeitos podem ser desastrosos, em outras, maravilhosos.

Deve-se notar também que essa visão dualista da educação matemática, que fala em potencialização e despotencialização, é altamente problemática. A educação matemática pode cumprir diversas funções, que são difíceis de classificar em um esquema simplista de bom ou ruim. A educação matemática pode potencializar de diversas formas. Pode ser potencializadora para uns e despotencializadora para outros. Potencializadora para aqueles que buscam adquirir competências valorizadas pelo mercado de trabalho. E despotencializadora na medida em que reforça um comportamento de adequação e obediência a regras. Assim, quando eu descrevo a educação matemática como indefinida, estou me referindo às grandes incertezas relativas às funções que a educação matemática pode exercer nos diversos contextos sociopolíticos. Essas incertezas são reflexos do fato de não conseguirmos ser conclusivos sobre as situações que abordamos, nem, tampouco, sobre o arcabouço conceitual que empregamos para analisá-las. É importante reconhecer a indefinição da educação matemática, pois se ela fosse um processo fechado, sem significação social, não haveria por que a educação matemática crítica ocupar-se dela, mas sabemos que para isso há motivos de sobra.