

Transformar Exercícios em Cenários para Investigação: uma Possibilidade de Inserção na Educação Matemática

Crítica

Transforming Exercises into Landscapes of Investigation: a Possibility to Enter into Critical Mathematics Education

Raquel Milani¹

RESUMO

O texto descreve e analisa atividades sobre educação matemática crítica realizadas em uma disciplina de um curso de Licenciatura em Matemática. O referencial teórico adotado consistiu especialmente dos conceitos de paradigma do exercício e cenários para investigação, de Ole Skovsmose. A principal atividade consistiu em os licenciandos abrirem um exercício de um livro didático a fim de transformá-lo em uma atividade investigativa. O objetivo geral de ensino foi refletir sobre possibilidades de modificar as práticas docentes tradicionais de ensino de matemática. A pesquisa qualitativa teve como objetivo compreender os aspectos considerados pelos estudantes nesse processo de abrir um exercício e as características atribuídas por eles para uma atividade investigativa. Os primeiros resultados indicam que uma atividade investigativa precisa ter um apelo à realidade dos alunos da educação básica. A realização da atividade e sua discussão foram consideradas um primeiro passo dos licenciandos em direção à educação matemática crítica.

PALAVRAS-CHAVE: Cenários para Investigação. Paradigma do Exercício. Educação Matemática Crítica. Formação de Professores de Matemática. Abrir um exercício.

ABSTRACT

The paper describes and analyses activities drawing from critical mathematics education and implemented in a mathematics teacher education course. The theoretical framework consisted mainly of the concepts of paradigm of exercise and landscapes of investigation proposed by Ole Skovsmose. The main activity consisted of students opening an exercise from mathematics textbooks in order to transform it into an investigative activity. The teaching objective of such an activity was to reflect on some possibilities of modifying the traditional teaching practices of mathematics. The aim of this qualitative research was to understand which were the aspects considered by students in opening an exercise and the characteristics attributed by them to an investigative activity. The first results indicate that an investigative activity must refer to the school students' life-world. The implementation of the

¹ Universidade de São Paulo. rmilani@usp.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2015-7641>.



activity and its discussion were considered as a first step by the prospective teachers towards acting on critical mathematics education.

KEYWORDS: Landscapes of Investigation. Paradigm of Exercise. Critical Mathematics Education. Mathematics Teacher Education. Opening an Exercise.

Introdução

A educação matemática crítica (EMC) pode ser elucidada considerando algumas de suas preocupações. *Foreground* de estudantes, diálogo e aprendizagem, situações de matemática em ação, matemacia, cenários para investigação, reflexão, condição de ensino e aprendizagem são algumas noções apontadas por Ole Skovsmose em suas obras para tratar de preocupações da EMC. Segundo o autor, não se trata de uma subárea da educação matemática, assim como não se resume a metodologias ou técnicas pedagógicas (SKOVSMOSE, 2014). “A educação matemática crítica é a expressão de preocupações a respeito da educação matemática” (SKOVSMOSE, 2014, p. 11). Como pode ocorrer o ensino e a aprendizagem de matemática em contextos não prototípicos? De que modo as aulas de matemática influenciam o *foreground* de estudantes em diferentes etapas de escolarização? Que relações existem entre tipos de comunicação nas aulas de matemática e aprendizagem? Qual a relação entre matemática e responsabilidade social? Que tipo de atividades podem desenvolver o pensamento crítico nas aulas de matemática? Essas são algumas preocupações apontadas por Skovsmose em suas obras.

Como trazer as preocupações da EMC e a discussão sobre suas noções para um curso de formação inicial de professores que ensinam matemática? As atividades apresentadas no presente texto são resultado de um projeto de pesquisa que desenvolvo intitulado “Educação Matemática Crítica em Ação na Formação de Professores que Ensinam Matemática”, o qual tem como objetivo principal construir, implementar e avaliar ações a respeito de questões críticas da educação matemática que contribuam para a formação de professores que ensinam matemática, tanto em cursos de graduação quanto no âmbito da formação continuada. O que será apresentado neste texto trata de uma possibilidade de se abordar uma das questões da EMC – a criação de atividades baseadas em cenários para investigação – na formação inicial de professores/as de matemática.

Cabe salientar que outros estudos também têm tal propósito, como é o caso de Sachs e Elias (2017), que apresentam reflexões a partir da discussão com futuros/as professores/as de matemática sobre, por exemplo, o currículo e a formação do sujeito enquanto cidadão crítico e autônomo, fundamentados na EMC.

No contexto internacional, destaco o estudo de Gutstein (2008), em que o autor discute o que professores/as precisam saber e fazer na direção de ensinar para a justiça social. Em se tratando da formação continuada de professores, o estudo de Oliveira, Santos e Pessoa (2017), fundamentado na EMC, analisa como professores/as dos anos iniciais implementaram exercícios de educação financeira de livros didáticos em suas turmas.

O interesse de se pensar em formas de introduzir as preocupações da EMC, em cursos de formação de professores/as que ensinam matemática, também tem sido foco de reflexão no Colóquio de Pesquisa em Educação Matemática Crítica, o qual teve sua terceira edição em 2019, na Universidade de São Paulo. Nesta última edição, o evento contou com cerca de 40 participantes, de diferentes regiões do Brasil e também de outros países. O encontro reúne pesquisadores/as que estão iniciando suas pesquisas na área de EMC e que, de algum modo, tiveram orientação de Ole Skovsmose em seus estudos. No evento, são formados grupos de discussão sobre diferentes temáticas relacionadas à EMC os quais produzem, como resultado do trabalho iniciado nos Colóquios, artigos publicados em diversas revistas científicas, capítulos em livros, apresentação de trabalhos (comunicações e minicursos) em eventos nacionais e internacionais, organização de livros, constituição de grupos de estudo e pesquisa, e parceria entre os/as participantes.

As atividades que serão aqui apresentadas foram socializadas em um dos grupos de discussão do último Colóquio de Pesquisa em Educação Matemática Crítica. Elas foram desenvolvidas em uma disciplina de metodologia do ensino de matemática em um curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade pública. Na próxima seção deste artigo, apresento algumas das principais ideias do texto “Cenários para Investigação”, de Ole Skovsmose (2000), no que se refere ao paradigma do exercício e cenários para investigação. Posteriormente, exemplos de diferentes ambientes de aprendizagem são explicitados para elucidar o que seria *abrir um exercício*. Na seção seguinte, apresento os aspectos metodológicos do desenvolvimento da pesquisa. Por fim, compartilho reflexões sobre alguns dos dados produzidos nesta pesquisa no que se refere a como os/as licenciandos/as abriram seus exercícios escolhidos, na tentativa de transformá-los em atividades de caráter investigativo. Para deixar claro, quando me referir aos/às estudantes da disciplina em questão, com a intenção de evitar repetições, por vezes, vou também chamá-los/as de “licenciandos/as” ou “futuros/as professores/as”. Reservarei o termo “alunos/as” para me referir aos/às estudantes da educação básica.

Ambientes de aprendizagem nas aulas de matemática

As aulas de matemática assumem diferentes configurações, dependendo do aspecto a ser considerado para sua caracterização, como: tipo de atividade desenvolvida pelos/as alunos/as, forma de comunicação entre professor/a e alunos/as ou metodologia de ensino adotada pelo/a professor/a. Skovsmose (2000), de certo modo, apresenta essa diversidade referindo-se a ambientes de aprendizagem, dispostos conforme uma matriz (Tabela 1).

Tabela 1: Ambientes de aprendizagem

	Exercícios	Cenários para investigação
Referências à matemática pura	(1)	(2)
Referências à semirrealidade	(3)	(4)
Referências à realidade	(5)	(6)

Fonte: Adaptado de Skovsmose (2000).

Essa tabela apresenta seis ambientes de aprendizagem situados no paradigma do exercício ou nos cenários para investigação, com diferentes referências: à matemática pura, à semirrealidade e à realidade. A primeira referência diz respeito a atividades cujo contexto é estritamente matemático. Em relação à referência à semirrealidade, não se trata de abordar uma realidade que realmente é observada, mas, sim, construída. As informações apresentadas fazem referência a situações que podem acontecer. Nas atividades com referência à realidade, alunos/as e professores/as trabalham com situações da vida real.

Skovsmose caracteriza a educação matemática tradicional como a que acontece especialmente no paradigma do exercício. Nesse contexto, geralmente figura o absolutismo burocrático “que estabelece em termos absolutos o que é certo e o que é errado sem explicitar os critérios que orientam tais decisões” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 26). Nesses ambientes, o objetivo é treinar uma técnica e decorar conceitos e procedimentos via repetição. Os/As alunos/as ficam geralmente voltados para a lousa, o/a professor/a apresenta algumas ideias e técnicas matemáticas, depois alguns exemplos e, em seguida, os/as alunos/as resolvem alguns exercícios, selecionados geralmente de livros didáticos, que possuem uma única resposta (SKOVSMOSE, 2000).

Nesses ambientes encontramos padrões de comunicação em que geralmente o/a professor/a apresenta perguntas que possuem uma resposta única e sabida por ele/a de antemão. Os/As alunos/as, por sua vez, tentam adivinhar o que ele/a quer como resposta. Ao/À professor/a cabe avaliá-la como certa ou errada, representando a autoridade na sala de aula. A tarefa do/a professor/a se resume a explicar o algoritmo correto e corrigir erros.

Por outro lado, buscando uma aprendizagem crítica, Skovsmose (2000) apresenta os cenários para investigação com atividades que podem proporcionar aos/às alunos/as a descoberta de fatos matemáticos, e a reflexão, a compreensão e a tomada de decisão sobre fatos da realidade. Nesse contexto, a participação dos/as alunos/as é ativa e, ao trabalhar em grupos, desenvolve atos dialógicos com seus/suas colegas e professor/a, importantes para a aprendizagem.

Se os/as alunos/as estão engajados/as ativamente em uma atividade investigativa é porque aceitaram o convite do/a professor/a para realizar a investigação. Tal aceite depende das intenções dos/as alunos/as naquele momento e da natureza da atividade (SKOVSMOSE, 2000). Existe uma intenção e uma atitude de curiosidade que move os/as participantes. Eles/as controlam o processo e são responsáveis por conduzir as atividades; trata-se de uma propriedade compartilhada. Um cenário para investigação é planejado para fornecer significado ao que os/as alunos/as estão produzindo na atividade (SKOVSMOSE, 2011). Eles/as são convidados a explorar hipóteses e fazer descobertas. Uma vez eles/as estando engajados no trabalho, o/a professor/a não tem como antecipar o que os/as alunos/as descobrirão em sua investigação. Algumas perguntas podem ser formuladas pelo/a professor/a, mas outras podem surgir durante a atividade, o que pode gerar novas possibilidades de investigação. Uma atividade investigativa, portanto, é caracterizada por um alto grau de imprevisibilidade. Não se busca resultados genuínos, mas sim que os/as alunos/as façam suas próprias descobertas (SKOVSMOSE, 2011).

A aprendizagem crítica da matemática está ligada à matemacia (SKOVSMOSE 2007, 2009), a qual tem relação próxima à literacia de Paulo Freire e à materacia de Ubiratan D'Ambrosio. A literacia vai além da capacidade de ler e escrever. Refere-se também à "capacidade para ler e interpretar situações sociais, culturais, políticas, econômicas e interpretar essas situações com condições para a realização de ações de transformação" (SKOVSMOSE, 2009, p.111). De modo semelhante, além da capacidade de calcular, a matemacia possibilita a reflexão

sobre situações em que a matemática figura de forma explícita ou implícita de modo a questioná-las e modificá-las. Tais situações são chamadas de matemática em ação por Skovsmose. Com a matemacia, faz-se uma leitura crítica das situações, avaliando-se as posições de poder, os riscos envolvidos e as possíveis mudanças. O/A aluno/a que está desenvolvendo a capacidade de refletir sobre dada situação, transforma, de alguma forma, seu modo de enxergar essa situação e isso pode gerar mudanças em suas ações cotidianas. Para um exemplo de possibilidade de ação nas aulas de matemática para desenvolver a matemacia, o leitor pode ver Milani, Silva e Saullo (2011). Nesse trabalho, as autoras exploram a situação das queimadas nos canaviais do Brasil, transformando-a em uma atividade de matemática em ação.

O texto de Skovsmose (2000), cujas ideias foram apresentadas nesta introdução, é muito referenciado em pesquisas brasileiras. Marcone e Milani (no prelo) mostram que na edição temática sobre EMC da Revista Paranaense de Educação Matemática, 60% dos artigos científicos se referem direta ou indiretamente a esse texto. Quando discuto esse texto com professores/as e futuros/as professores/as da escola básica, a grande maioria deles responde que suas práticas estão localizadas nos ambientes de aprendizagem (1) e (3) da tabela 1, e que atividades referentes a cenários para investigação representam dificuldade ou desafio. Se formos pensar em uma mudança na prática usual dos/as professores/as para outra referente a ambientes que se aproximam dos cenários para investigação, um primeiro passo poderia ser partir do que o/a professor/a já sabe fazer em sua prática corriqueira, ou seja, atividades calcadas no paradigma do exercício.

Mas como transformar atividades do paradigma do exercício em outras referentes aos cenários para investigação? Uma possibilidade para esta transformação foi apresentada aos/às licenciandos/as de uma disciplina de metodologia do ensino de matemática com o objetivo de discutir possibilidades de modificar as práticas docentes tradicionais de ensino de matemática. A intenção era gerar discussões a respeito de como o/a professor/a poderia promover atividades voltadas para o desenvolvimento da matemacia, no que diz respeito a refletir sobre a matemática em situações que fazem parte da realidade dos/as alunos/as, e também atividades para proporcionar que eles/elas façam descobertas no contexto da matemática pura, caracterizando as atividades dos cenários para investigação. É do que trata a próxima seção do texto.

Para começar a falar em educação matemática crítica

Em uma disciplina de metodologia de ensino de matemática, do último ano de um curso de Licenciatura em Matemática (o que não significa que os/as estudantes eram formandos/as) discuti com os/as futuros/as professores/as sobre os ambientes de aprendizagem apresentados por Skovsmose (2000) em seu artigo “Cenários para investigação”. Em um total de sessenta alunos/as, distribuídos/as em duas turmas, nos períodos da manhã e noite, apenas dois expressaram saber algo sobre EMC. A expressão “cenários para investigação” pareceu novidade para a grande maioria dos/as alunos/as. A leitura e discussão deste texto, portanto, representou a porta de entrada para pensar sobre EMC.

Não estou querendo dizer que, se alguém quer saber e fazer uma reflexão inicial sobre EMC, sua primeira leitura deva ser de Skovsmose (2000). É possível que esses/as licenciandos/as, em sua formação inicial, já tivessem lido sobre ou realizado alguma atividade em que a matemática figurasse como ferramenta para tomar decisões e questionar situações da vida real, ou, de acordo com Gutstein (2006), alguma atividade em que a matemática fosse utilizada para ler e escrever o mundo, segundo a educação matemática para a justiça social². No entanto, como foi Ole Skovsmose quem criou a EMC e seu trabalho é uma grande inspiração para pesquisas nessa área no Brasil, tomei como referência um de seus estudos mais citados para saber sobre o que os/as licenciandos/as sabiam sobre EMC³.

A primeira atividade desenvolvida pelos/as estudantes foi a leitura do referido texto. Posteriormente, uma aula da disciplina de Metodologia do Ensino de Matemática I foi destinada para sua discussão. Uma apresentação de slides, criada por mim, foi utilizada para nortear o estudo na referida aula. A participação dos/as licenciandos/as ao longo da apresentação, com comentários e questionamentos, foi fundamental para contribuir e enriquecer o estudo em aula. A apresentação continha, pelo menos, um exemplo de cada um dos seis ambientes apresentados por Skovsmose (2000), com apontamentos importantes do autor em relação a esses ambientes. Para cada ambiente de aprendizagem localizado no paradigma do exercício, apresentava outro referente aos cenários para investigação, incentivando

² Ao tratar de “ler e escrever o mundo com matemática”, Eric Gutstein baseou-se no que Paulo Freire entende por “ler e escrever o mundo”, intimamente relacionado à literacia.

³ Para ler a respeito de como Ole Skovsmose criou sua educação matemática crítica, ver Ceolim e Hermann (2012).

a reflexão de como seria possível transformar um exercício em uma atividade investigativa.

Para abordar um exercício com referência à matemática pura (ambiente (1) da Tabela 1), apresentei aos/às futuros/as professores/as, o seguinte exemplo: “Considere as funções f e g de \mathbb{R} em \mathbb{R} definidas por $f(x) = 2x + 6$ e $g(x) = -2x + 5$. Encontre f^{-1} e g^{-1} ”. Esse exercício é comumente encontrado em livros didáticos de matemática para o 1º ano do Ensino Médio. O objetivo é que os/as alunos/as pratiquem uma técnica para encontrar a função inversa de funções de 1º grau.

Como transformar esse exercício em uma atividade com a configuração dos cenários para investigação? Uma possibilidade é apresentada por Skovsmose (2011) quando o autor trata de *abrir um exercício*, com referência à matemática pura. O próprio autor questiona: “O que poderia significar abrir um exercício e tentar entrar em um cenário para investigação por esse meio?” (SKOVSMOSE, 2011, p. 32, tradução nossa⁴). O autor propõe uma situação semelhante a que segue: “Vamos considerar duas funções reais de primeiro grau f e g de \mathbb{R} em \mathbb{R} definidas por $f(x) = ax + b$ e $g(x) = cx + d$, onde os parâmetros a , b , c , d são números reais e a e b diferentes de zero. O que podemos dizer sobre a interseção de f e g ? E de f e f^{-1} ? E f^{-1} e g^{-1} ?”. Ao apresentar essa situação para os/as licenciandos/as da disciplina, como um cenário para investigação com referência à matemática pura (ambiente de aprendizagem (2) da Tabela 1), um dos primeiros apontamentos que fiz foi em relação ao tipo de resposta que os/as alunos/as da educação básica forneceriam. Não há uma resposta única esperada pelo/a professor/a, diferentemente do exercício apresentado anteriormente. É claro que para resolver a situação acima, os/as alunos/as precisam saber encontrar a lei da função inversa de uma função dada, mas não para por aí. Eles/as são convidados/as a explorar conceitos matemáticos e levantar hipóteses. Nessa situação foram apresentadas três perguntas e elas indicam que existem outras que podem ser formuladas pelo/a professor/a ou pelos/as alunos/as, dependendo de suas intenções com a atividade. Esse exemplo de *abrir um exercício* para entrar em um cenário para investigação significa criar outras possibilidades de encaminhamento sobre a temática proposta nele.

⁴ “What could mean to open an exercise and try to enter a landscape of investigation through this opening?” (SKOVSMOSE, 2011, p. 32).

Mas e para as referências à semirrealidade e realidade? Como fazer essa passagem do paradigma do exercício para o cenário para investigação? O que poderia ser abrir um exercício quando a referência é uma semirrealidade ou realidade? Skovsmose (2000, 2011) não aborda essa questão. Na disciplina, no entanto, apresentei uma possibilidade aos/às estudantes.

Como exemplo de um exercício referente a uma semirrealidade (ambiente (3) na Tabela 1), mostrei o seguinte: “João foi à feira para comprar 5 kg de maçãs. Se o preço do quilo da maçã era R\$7,50, quanto João pagou por sua compra?”. Trata-se de um exemplo clássico em livros didáticos que traz o contexto de uma pessoa, em uma feira de verduras, frutas e legumes, que compra certo produto a um certo custo, e pede-se o total gasto por essa pessoa. A intenção do/a professor/a com tal tarefa poderia ser que os/as alunos/as percebessem diferentes modos de multiplicar um número natural por um decimal ou chamar a atenção para a organização da escrita do algoritmo da multiplicação.

Não se sabe quem é João, mas é possível que exista esse João que foi referido no exercício. Não se sabe se tal feira existe, mas é provável que se tenha alguma feira que venda maçãs a esse preço. É possível que algum João em alguma feira compre 5 kg de maçãs a R\$ 7,50 o quilograma. Tal possibilidade faz com que esse exercício seja referente a uma semirrealidade. Para transformá-lo em uma atividade investigativa, o/a professor/a poderia atentar para os comentários que os/as alunos/as apresentariam ao ler, ouvir e pensar sobre o enunciado de tal exercício. Alguns desses comentários poderiam ser: “Como está cara essa maçã!”, “O que o João vai fazer com tudo isso de maçã?”, “Nunca dá 5 kg de maçã na balança!”, “Na quitanda perto de casa, encontro maçã bem mais barata que isso!”, “Será que em toda feira é esse o preço da maçã?”, “Por que ele não pesquisou o preço em outro lugar?”, “Quanto custa, para o agricultor, produzir essa maçã?”, “Essa maçã só pode ser feita de ouro!”.

Esses comentários enunciados pelos/as alunos/as podem ser silenciados pelo/a professor/a se o objetivo é trabalhar apenas no paradigma do exercício. “Está bem. Agora, resolvam o exercício. Quanto dá a conta?”, poderia dizer o/a professor/a. Por outro lado, se os comentários forem levados em consideração pelo/a professor/a, de cada um deles pode surgir uma atividade investigativa. Por exemplo, vamos considerar a fala “Nunca dá 5 kg de maçã na balança!”. Em uma feira, ao colocar o produto a ser comprado sobre a balança, dificilmente se consegue a medida exata, quando se deseja comprar uma certa quantidade em quilogramas.

Nesses casos, é bastante comum o/a vendedor/a cobrar pelos 5 kg de maçãs, utilizando os dados do exercício em questão, e vender um pouco mais do que essa quantidade, como por exemplo 5,1 kg. A partir dessa constatação, professor/a e alunos/as podem se questionar: “Quanto o/a feirante perde ao final de um dia de trabalho na feira ao arredondar para baixo a quantidade de maçãs vendidas?”, “Quais os benefícios para o/a vendedor/a e para o/a comprador/a com esse tipo de arredondamento?”. Além desses questionamentos, uma feira pode ser organizada em sala de aula, para simular uma situação em que os/as alunos/as se envolveriam com os cálculos da situação proposta. Nesse sentido, a atividade se caracterizaria como um cenário para investigação com referência à semirrealidade (ambiente (4) da Tabela 1). Para além disso, visitas a feiras poderiam ser organizadas para entrevistar feirantes e consumidores/as a respeito das práticas que esses dois grupos desenvolvem nesse contexto. Dados seriam coletados e trabalhados em aula para discutir sobre a situação proposta. Nesse sentido, professor/a e alunos/as estariam se aproximando de uma atividade com referência à realidade.

Para exemplificar um exercício com tal referência (ambiente (5) na Tabela 1), apresentei aos/às estudantes da disciplina a seguinte situação: “A abstenção no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2016 de 30% foi 2,4 maior do que a do ano de 2015, mas seguiu a média da série histórica do exame. Em 2014, a abstenção foi 28,9%; em 2013, 29,7%; em 2012, 27,9%. Já em 2011, 26,4% dos candidatos deixaram de fazer o exame; já em 2010, o índice foi 28,8% e em 2009, 27,7%⁵. Qual foi a abstenção em 2015? Construa um gráfico de colunas para representar esses dados”. Com esse exercício, o/a professor/a poderia pretender que os/as alunos/as utilizassem conceitos como regra de três simples, porcentagem e proporção para calcular a taxa de abstenção no ENEM em 2015. Além disso, precisariam mobilizar seus conhecimentos para construir um gráfico de colunas e perceber o equilíbrio dos dados na série histórica. Quando esse exercício é trabalhado com alunos/as do Ensino Médio, por exemplo, alguns comentários e questionamentos podem ser feitos por eles/as: “Puxa, não sei qual faculdade fazer! Não sei nem se vou fazer faculdade”, “Para que estudar tanto?”, “Eu sinto uma pressão da sociedade e dos meus pais para fazer uma faculdade!”, “Por que todo mundo tem que ingressar na universidade?”, “Em 2016, algumas escolas estavam

⁵ Dados retirados de <http://g1.globo.com/educacao/enem/2016/noticia/2016/11/abstencao-no-enem-2016-foi-de-30.html>. Acesso em 8 de novembro de 2016.

ocupadas. Um amigo meu não pode fazer o ENEM porque sua escola estava ocupada! Por que mesmo estavam ocupadas?”.

Se o/a professor/a considerar alguns desses comentários, os/as alunos/as poderão ingressar em cenários para investigação com diferentes temáticas. Uma possibilidade é discutir a respeito da necessidade e pressão para se realizar um curso de nível de superior. Há vagas nas universidades brasileiras para todos/as adolescentes que finalizam o Ensino Médio? Que outras possibilidades de profissão existem que não necessitam de curso superior? Quais as carreiras são mais promissoras? O que significa uma carreira promissora? Outra possibilidade é refletir sobre os fatos que ocorreram no cenário político brasileiro no segundo semestre de 2016. Por que algumas escolas estavam ocupadas e alguns estudantes não puderam realizar o ENEM nesses locais na data previamente agendada? De que forma o conteúdo da Proposta de Emenda à Constituição (PEC), discutida à época, afetava a educação brasileira? O que as taxas e informações numéricas significavam?

Para além de trabalhar com conceitos matemáticos e habilidades de cálculo, exemplos de situações que podem ser criadas para os cenários para investigação podem desenvolver nos/as alunos/as raciocínio crítico perante o que os números significam em dado contexto, promovendo mudanças em seu cotidiano. Trata-se do conceito de matemacia (SKOVSMOSE, 2007, 2009), ou o que Gutstein (2006) chama de ler e escrever o mundo com matemática. As últimas situações sugeridas aqui caracterizam o ambiente (6) da Tabela 1, condizente a um cenário para investigação com referência à realidade.

Conforme o que foi apresentado até aqui, *abrir um exercício* para criar uma atividade ligada a um cenário para investigação está ligada a duas possíveis ações: criar outras possibilidades de encaminhamento sobre a temática proposta no exercício (SKVOSMOSE, 2011) e legitimar e desenvolver os comentários dos/as alunos/as a respeito do enunciado do exercício.

Após a discussão do texto “Cenários para investigação”, com base no que foi explicitado nestas seções, um primeiro passo havia sido tomado na direção de os/as estudantes da disciplina se familiarizarem com algumas questões da educação matemática crítica. Sabia, no entanto, que ouvir e discutir sobre essas questões, entrar em contato com exemplos de atividades investigativas e ouvir sobre as qualidade da aprendizagem crítica não era suficiente para os/as futuros/as professores/as se encorajassem a pensar em implementar atividades investigativas

em sua prática docente. Assim, um segundo passo foi tomado. “Agora é a vez de vocês abrirem um exercício!”, disse aos/às estudantes.

Metodologia adotada no estudo

Já foi dito anteriormente, e cabe ressaltar, que o presente texto apresenta parte de resultados do projeto de pesquisa “Educação Matemática Crítica em Ação na Formação de Professores que Ensinam Matemática”, o qual tem como objetivo principal construir, implementar e avaliar ações a respeito de questões críticas da educação matemática que contribuam para a formação de professores/as que ensinam matemática, tanto em cursos de graduação quanto no âmbito da formação continuada. Uma das principais atividades construídas para tal fim, e que será apresentada nesta seção, tinha como objetivo discutir possibilidades de modificar as práticas docentes tradicionais de ensino de matemática. A intenção era gerar discussões a respeito de como o/a professor/a poderia promover atividades voltadas para o desenvolvimento da matemática, no que diz respeito a refletir sobre a matemática em situações que fazem parte da realidade dos/as alunos/as, e também atividades para proporcionar que eles/as façam descobertas no contexto da matemática pura, caracterizando as atividades dos cenários para investigação. Trata-se de um objetivo ligado ao ensino da disciplina em que a atividade foi implementada.

O modo como futuros/as professores/as de matemática transformam exercícios em atividades investigativas é um aspecto da pesquisa em educação matemática crítica, no contexto da formação de professores. Associar atividades de ensino e pesquisa é uma ação comum nas disciplinas que ministram. Os/As estudantes, assim, estavam cientes da importância do trabalho desenvolvido para a produção de conhecimento na área de formação de professores. O anonimato dos/as licenciandos/as foi preservado, uma vez que saber de seus nomes interessava apenas para o registro de que a tarefa foi realizada pelo/a estudante.

Tal tarefa foi explicitada no início da aula seguinte à discussão sobre o texto de Skovsmose (2000) e disponibilizada no ambiente virtual da disciplina. Esse ambiente foi utilizado como apoio para aprendizagem e uma das formas de comunicação entre mim e os licenciandos/as. Assim, reunido/as em grupos, a atividade na qual os/as estudantes se envolveram foi a de transformar um exercício em uma atividade de caráter investigativo. Tal atividade consistia de: escolher um exercício de um livro didático com referência à matemática pura, semirrealidade ou realidade; abrir esse exercício de modo a transformá-lo em uma atividade

investigativa, descrevendo o processo de transformação e indicando o que haviam considerado para criar a atividade; e, por fim, enunciar a atividade investigativa criada.

Para a tarefa de transformação de um exercício em uma atividade investigativa, foram entregues 14 trabalhos. O olhar para essas respostas aconteceu de modo a responder às seguintes perguntas: O exercício escolhido referia-se a quê? No processo de transformação, quais foram os aspectos valorizados? A atividade criada referia-se a quê? Que características os/as futuros/as professores/as atribuíam para uma atividade investigativa? As respostas a essas perguntas dizem respeito ao modo como futuros/as professores/as de matemática transformam exercícios em atividades investigativas. Trata-se de um aspecto da pesquisa em educação matemática crítica, no contexto da formação de professores/as, ligado ao projeto de pesquisa que desenvolvo.

O olhar para as respostas dos/as futuros/as professores/as foi essencialmente qualitativo, uma vez que estava interessada em como os/as estudantes fariam a transformação, o que eles/as considerariam para realizar tal transformação, e o que significava uma atividade investigativa para eles/as. Esse interesse está em conformidade com o que Denzin e Lincoln (2006) afirmam sobre uma pesquisa qualitativa, uma vez que ela

envolve uma abordagem naturalista, interpretativa, para o mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem (p. 17).

O processo de construção de uma atividade investigativa partindo de um exercício, tendo em vista o olhar e significados que os/as estudantes atribuíam para tal, foi o principal interesse desse estudo.

Os exercícios escolhidos pelos/as estudantes foram retirados de livros didáticos que circulam pelas escolas brasileiras. O foco da tarefa não era fazer uma análise de uma obra didática específica, nem mesmo qualquer tipo de análise aprofundada. Por isso, os/as licenciandos/as ficaram livres para fazer tanto a escolha dos livros quanto a dos exercícios. Era importante que algum livro didático fosse observado, pois trata-se de um material didático bastante utilizado na prática docente nas escolas. Ou seja, conhecer livros didáticos e saber do tipo de exercícios e outras atividades que o compõem é uma ação formativa para os/as futuros/as professores/as.

A tarefa representou uma oportunidade para os/as estudantes da disciplina imaginarem-se professores/as em um momento de planejamento de aulas. Eles/as vivenciaram a prática de transformar um exercício em um cenário para investigação. O que consideraram? O que é um cenário para investigação para esses/as futuros/as professores? O que está relacionado a transformar um exercício em uma atividade investigativa? Essas questões serão retomadas na próxima seção, quando será feita uma reflexão sobre alguns dos dados produzidos nesta pesquisa, no que se refere às respostas dos/as licenciandos/as para a tarefa solicitada.

Do paradigma do exercício ao cenário para investigação

Tecerei algumas reflexões relativas ao movimento, executado pelos/as futuros/as professores/as, de sair do paradigma do exercício e adentrar em um cenário para investigação, em um contexto de imaginação e planejamento.

Um aspecto forte que apareceu nas respostas dos/as estudantes foi que o resultado da transformação de um exercício em uma atividade investigativa precisa estar inserido em algum contexto da realidade do/a aluno/a ou próximo a ela (semirrealidade), com a justificativa que, assim, o interesse dos/as alunos/as seria maior do que na resolução de um exercício. “Para transformar este exercício em uma atividade investigativa, os alunos devem experimentar com sua própria realidade” (dados de pesquisa, 2018) é um exemplo de afirmação feita por tais licenciandos/as.

Criar um cenário para investigação pode ter a ver com mostrar aos/as alunos/as como a matemática se relaciona com outras áreas do conhecimento e que eles/elas descubram novos conceitos matemáticos ao se abordar temas da realidade. Exemplo disso foi o que um grupo de licenciandos/as fez ao transformar um clássico exercício de população de bactérias (referência à semirrealidade) em uma atividade em que os/as alunos/as tinham que discutir a respeito do funcionamento dos medicamentos em seu próprio organismo. Segundo este grupo, um cenário para investigação foi criado para proporcionar um ambiente para que os/as alunos/as possam “descobrir novos conceitos matemáticos em contextos relacionados a nossa realidade, envolvendo interdisciplinaridade com a Biologia e a Química” (dados de pesquisa, 2018). O objetivo é “mostrar como a matemática se relaciona com outras ciências e como ajuda nos cálculos de diversos assuntos” (dados de pesquisa, 2018).

A identificação de um exercício pareceu ser clara para os/as futuros/as professores. Sabiam que, para ser uma atividade investigativa, a tarefa não poderia

apenas pedir para os/as alunos/as fazerem cálculos diretos, característica marcante do paradigma do exercício. Uma atividade investigativa pode ter em seu desenvolvimento cálculos, mas deve envolver os/as alunos/as em outras ações de pensamento. Alguns/mas licenciandos/as, em seus trabalhos, destacaram fortemente uma diferença entre cenários para investigação e paradigma do exercício: por um lado a problematização e reflexão sobre a realidade e, por outro, a atividade mecânica, respectivamente.

A exemplo do que foi apresentado na disciplina sobre atentar para os comentários dos/as alunos/as em relação ao enunciado e resolução do exercício (exemplo da venda de maçã e da questão do ENEM), alguns grupos levantaram possíveis comentários sobre o exercício que escolheram como forma de abri-lo em direção a um cenário para investigação. Sobre o contexto de população de bactérias, citado anteriormente, o grupo sugeriu alguns questionamentos dos/as alunos/as: “Que bactérias são essas?”, “Toda bactéria se reproduz da mesma forma?”, “Se as bactérias dobram a cada minuto, o que acontece quando elas ocupam o volume do recipiente?”, “Elas param de se reproduzir?”, “Por que estas bactérias estavam sendo cultivadas?” (dados de pesquisa, 2018). Parece que esses comentários surgem mais naturalmente em sala de aula quando os exercícios referem-se a uma realidade ou semirrealidade.

De um modo geral, o que seria, então, uma atividade investigativa para esses/as futuros/as professores/as de matemática? Analisando suas respostas, a qualidade *investigativa* pode estar ligada a: criar modelos empíricos, observar e registrar um fenômeno, fazer entrevistas, fazer comparações, interpretar informações, refletir sobre o significado de um conceito, discutir e apresentar ideias, realizar descobertas, levantar hipóteses, fazer testes, tomar decisões, realizar questionamentos e contextualizar.

A discussão do texto de Skovsmose (2000), em especial sobre as possibilidades de *abrir um exercício*, e a tarefa de transformá-lo em uma atividade investigativa representaram um primeiro passo na formação desses/as professores/as no contexto da educação matemática crítica. Tratou-se de uma oportunidade para os/as estudantes da disciplina imaginarem-se professores/as em um momento de planejamento de aulas. Após essas ações, desenvolvemos uma atividade de caráter investigativo com referência à matemática pura, e discutimos sobre os possíveis desafios de implementar tais atividades nas aulas de matemática

da educação básica. Essas últimas ações foram descritas e analisadas por Milani e Silva (2018).

Considerações Finais

No presente texto, apresentei e descrevi algumas ações para iniciar a reflexão sobre educação matemática crítica com futuros/as professores/as que ensinam matemática na educação básica. Em uma disciplina de metodologia do ensino de matemática, discutimos sobre cenários para investigação e paradigma do exercício, conforme Skovsmose (2000). Os/As estudantes conheciam com muita propriedade o paradigma do exercício: em geral, sabiam identificar um exercício em um livro didático, resolvê-lo e propor aulas baseadas em resolução de exercícios.

Na tentativa de inserir preocupações da educação matemática crítica em sua formação, partimos desse “terreno” bastante conhecido dos estudantes: os exercícios. Como transformá-los em atividades de caráter investigativo? Discutimos sobre *abrir um exercício*, abordando duas ações: criar outras possibilidades de encaminhamento sobre a temática proposta no exercício (SKVOSMOSE, 2011) e explorar os comentários produzidos pelos/as alunos/as ao trabalharem com um exercício. Os/As estudantes se envolveram em tal transformação, com diversas referências, para explorar a matemática e também promover as descobertas matemáticas pelos/as alunos/as da educação básica.

Por um procedimento ou outro, o exercício se modifica. Cria-se outras possibilidades de encaminhamento sobre a temática proposta. O resultado do processo de transformação realizado pelos/as futuros/as professores/as indicou que a atividade investigativa deve ter um forte apelo para a realidade e a semirrealidade, além de mobilizar outras ações que não são desenvolvidas ao se resolver um exercício, como: interpretar informações, discutir e apresentar ideias, realizar descobertas, refletir, tomar decisões e realizar questionamentos.

A atividade desenvolvida tratou-se de um primeiro momento em sua formação como professores/as de matemática no contexto da educação matemática crítica, em uma disciplina do seu curso. Esse foi um modo do/a futuro/a professor/a se aproximar desta temática. Um próximo passo possível é a implementação das atividades investigativas criadas em salas de aula da educação básica, no contexto do estágio supervisionado.

Referências

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

CEOLIM, A. J.; HERMANN, W. Ole Skovsmose e sua educação matemática crítica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v.1, n.1, p. 9-20, jul-dez. 2012.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: _____. (Org.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.

GUTSTEIN, E. Building political relationships with students: What social justice mathematics pedagogy requires of teachers. In: FREITAS, E.; NOLAN, K. (Orgs.). **Opening the research text: Critical insights and in(ter)ventions into mathematics education**. New York: Springer, 2008.

GUTSTEIN, E. **Reading and writing the world with mathematics: toward a pedagogy for social justice**. Nova Iorque: Routledge, 2006.

MILANI, R.; SILVA, M. T.; SAULLO, C. R. R. H. Educação matemática crítica: possibilidades de ação em sala de aula. **Educação Matemática em Revista**, v. 18, n. 34, p. 5-13, nov., 2011.

MARCONE, R.; MILANI, R. Educação matemática crítica: um diálogo entre sua gênese nos anos 1970 e suas discussões em 2017 no Brasil. (no prelo).

MILANI, R.; SILVA, E. S. Atividades investigativas na formação inicial de professores de matemática sob a perspectiva da educação matemática crítica. **Perspectivas da Educação Matemática**. Campo Grande, v.11, n.26, p.455-476, 2018.

OLIVEIRA, A. A.; SANTOS, L. T. B; PESSOA, C. A. S. Do exercício aos cenários para investigação: A aplicação de atividades de educação financeira por professoras dos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Paranaense de Educação Matemática**. Campo Mourão, v.6, n.12, p.158-186, jul-dez. 2017.

SACHS, L.; ELIAS, H. R. A educação matemática crítica proporcionando uma discussão sobre currículo na formação inicial de professores. **Revista Paranaense de Educação Matemática**. Campo Mourão, v.6, n.12, p.397-420, jul-dez. 2017.

SKOVSMOSE, O. **Um convite à educação matemática crítica**. Campinas: Papyrus, 2014.

SKOVSMOSE, O. **An invitation to critical mathematics education**. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers, 2011.

SKOVSMOSE, O. Preocupações de uma educação matemática crítica. In: FÁVERO, M. H.; CUNHA, C. (Org.). **Psicologia do Conhecimento: o diálogo entre as ciências e a cidadania**. Brasília: UNESCO, Universidade de Brasília, Liber Livros Editora, 2009. p. 101-114.

SKOVSMOSE, O. Mathematical literacy and globalisation. In: ATWEH, B. et al. (Org.). **Internalisation and globalisation in mathematics and science education**. New York: Springer, 2007. p. 3-18.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema**, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

Submetido em: 25 de Março de 2020.

Aceito em: 17 de Abril de 2020.

