ISSN 2177-9309 https://doi.org/10.51359/2177-9309.2023.254693

em teia
Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana

Universidade Federal de Pernambuco

ISSN 2177-9309

Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica
EDUMATEC

"IMAGINA UM CAMPO DE FUTEBOL SENDO DESMATADO POR MINUTO! É MUITA COISA!": VESTÍGIOS DE DESENVOLVIMENTO CRÍTICO DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL EM CENÁRIOS PARA INVESTIGAÇÃO

"Imagine a football field being cleared every minute! It's a lot!": evidence of critical development of elementary school students in landscapes of investigation

Rodrigo de Menezes Cruz
Mestrando em Educação Matemática
Universidade Federal de Ouro Preto – MG – Brasil
rodrigomenezes123@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0001-9395-277X

Edmilson Minoru Torisu
Doutor em Educação
Universidade Federal de Ouro Preto – MG – Brasil
edmilson@ufop.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-7383-387X

Resumo

O principal objetivo do presente artigo foi desvelar contribuições para a formação crítica de estudantes de uma escola pública do interior de Minas Gerais, quando envolvidos em cenários para investigação. No total, foram propostas três atividades diferentes do que comumente ocorre em sala de aula e que levaram os estudantes a experimentar novos caminhos para a aprendizagem matemática. Particularmente, os novos caminhos trilhados pelos alunos no decorrer das atividades permitiram que eles colocassem em dúvida a ideologia da certeza matemática e passassem a ter um olhar mais crítico acerca do tema "desmatamento", por meio de resultados matemáticos, levando-os ao desenvolvimento da matemacia.

Palavras-Chave: Cenários para investigação; Educação Matemática Crítica; Educação Matemática.

Abstract

The main objective of this article was to reveal contributions to the critical formation of students from a public school in the interior of Minas Gerais, when involved in scenarios for investigation. In total, three activities were proposed that led students to experience new ways of learning mathematics, different from what commonly occurs in the classroom. Particularly, the new paths taken by the students during the activities allowed them to question the ideology of mathematical certainty and to have a more critical look at the deforestation issue, through mathematical results, leading them to the development of matemacia.

Keywords: Landscpaes of investigation; Critical Mathematics Education; Mathematics Education.

INTRODUÇÃO

Ao redor do mundo, professores de Matemática têm se esforçado para atrair a atenção de seus alunos, muitas vezes desinteressados e apáticos. Como resultado desse esforço, surgem propostas bastante interessantes para o ensino dos conteúdos dessa disciplina, muitas delas norteadas por discussões que vêm sendo travadas em Educação Matemática, como, por exemplo, as investigações matemáticas.

A investigação em Educação Matemática pode ser compreendida de diferentes formas. Fiorentini, Fernandez e Cristóvão (2005) acreditam que a investigação cria uma perspectiva pedagógica que pode proporcionar, ao estudante, um ensino significativo da Matemática. Ponte e Matos (1992) afirmam que as investigações matemáticas permitem que o estudante assuma o papel de um matemático. Ao entrar em contato com a situação, objeto ou fenômeno, o estudante tenta compreendê-lo(a), descobrir padrões, relações, semelhanças e diferenças para chegar a generalizações. Os PCNs também fazem referência às atividades investigativas quando sugerem que os alunos devem:

> [...] identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas (BRASIL, 1998, p. 47).

Alrø e Skovsmose (2006, p. 123) consideram que "realizar uma investigação significa abandonar as comodidades da certeza e deixar-se levar pela curiosidade". Uma possibilidade para isso é apresentada por Skovsmose (2000) com os cenários para investigação. Esses cenários são ambientes de aprendizagem, por natureza abertos, nos quais os alunos podem formular questões e planejar linhas de investigação de diferentes formas (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006).

A discussão em torno dos cenários para investigação faz parte das discussões em Educação Matemática Crítica (EMC), que tem no dinamarquês Ole Skovsmose um dos seus maiores representantes e pretende promover uma educação matemática para a justiça social e para o desenvolvimento do *empowerment* dos estudantes (SKOVSMOSE, 2012). De acordo com o autor, os diferentes cenários para investigação podem estruturar uma EMC.

Este artigo apresenta uma pesquisa cujo principal objetivo foi desvelar contribuições para a formação crítica de estudantes de uma escola pública do interior de Minas Gerais, quando envolvidos em atividades investigativas abordando os temas “geometria” e “desmatamento”. A nosso ver, a dinâmica das atividades permite que sejam consideradas como cenários para investigação.

No momento em que organizávamos o estudo, os inúmeros focos de incêndio que assolavam a Floresta Amazônica eram assunto em todas as mídias. A partir disso, passamos a considerar a exploração desse tema nas atividades. Para além dos cálculos matemáticos, foi nosso interesse utilizar esse tema como mote para trazer à tona discussões que pudessem levar os estudantes a refletir sobre tão sério problema ambiental.

Dada sua importância para este estudo, na próxima seção, traremos uma discussão sobre a Educação Matemática Crítica, com destaque para os cenários para investigação.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

A EMC tem como objetivo o desenvolvimento da matemacia ou alfabetização matemática, “que se refere à capacidade de se interpretar um mundo estruturado por números e figuras, e à capacidade de se atuar nesse mundo” (SKOVSMOSE, 2012, p. 19).

Empowerment é outro conceito importante no arcabouço teórico da EMC. Para Powell (2017, p. 11), o “empowerment é um sentimento de confiança que um indivíduo ou comunidade possui quando nota que suas ações contribuem para resolver problemas sociais”. Para Skovsmose (2012), a alfabetização matemática e o *empowerment* contribuem para a leitura e a escrita do mundo. Ler o mundo significa compreendê-lo, e escrever o mundo significa agir sobre ele na busca por uma sociedade mais justa.

O desenvolvimento da matemacia pode levar a um processo de percepção da Matemática sob óticas diferentes, potencializando a capacidade argumentativa para questionar, por exemplo, o poder dessa disciplina de conter o argumento definitivo. Tal poder é denominado ideologia da certeza, um conjunto de crenças sobre a Matemática que a glorificam e a classificam como perfeita e confiável. A verdade de uma declaração matemática nunca é questionada. Sentenças como “foi provado matematicamente”, “os números expressam a verdade”, “os números falam por si mesmos”, “as equações mostram”, entre outras, são frequentemente utilizadas nas escolas e nas mídias, contribuindo para tornar a Matemática uma referência acima de tudo, como se fosse uma espécie de juiz, um artifício não humano que veio para controlar a imperfeição humana (BORBA; SKOVSMOSE, 2001).

Então, se a alfabetização matemática contribui para o desenvolvimento de um olhar crítico sobre o papel da Matemática na sociedade, como o professor pode conduzir o processo de alfabetizar seus alunos matematicamente?

No nosso ponto de vista, a alfabetização matemática deve ser pautada no diálogo. Diálogo, aqui, não se refere somente a uma conversa entre duas pessoas. Diálogo é “[...] uma conversação que visa à aprendizagem” (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 119). “Dialogar é mais do que um simples ir e vir de mensagens; ele aponta para um tipo especial de processo em que os participantes ‘se encontram’, o que implica influenciar e sofrer mudanças” (CISSNA; ANDERSON, 1994, *apud* ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 119-120). Isso pressupõe que o diálogo estabelece uma relação não hierárquica entre os interlocutores, dando a todos a oportunidade de apresentar suas ideias. Dessa forma, a comunicação em sala de aula deixaria de ser guiada pelo padrão sanduíche (ALRØ; SKOVSMOSE, 2006), no qual o professor pergunta, o aluno responde e o professor concorda – ou não – com a sua resposta.

Adotar uma comunicação em sala de aula baseada no diálogo, da maneira como definido acima, pode levar o professor a desenvolver práticas que se contrapõem ao Paradigma do Exercício (SKOVSMOSE, 2000). Nesse paradigma, uma aula ocorre com o seguinte formato: o professor expõe os conteúdos, os alunos ouvem e empilham esses conteúdos em sua “mente” como se esta fosse um depósito, a exemplo do que ocorre na educação bancária, criticada por Freire (2000). Em seguida, é solicitado que os estudantes resolvam uma lista infindável de exercícios repetitivos, geralmente de forma mecânica, com uma única solução e sem qualquer significado para eles.

De acordo com Skovsmose (2000), uma alternativa para se contrapor ao paradigma do exercício são os cenários para investigação. De forma sucinta, os cenários para investigação são ambientes de aprendizagem nos quais o estudante assume o papel de investigador, tornando-se protagonista de sua aprendizagem com a ajuda do professor. Para que um cenário para investigação se constitua, o professor deve fazer um convite ao aluno e este deve aceitá-lo. O convite é aceito quando o estudante se envolve na busca pela solução do problema contido no convite. A nosso ver, as atividades investigativas das quais os alunos participaram em nosso estudo se constituíram, em alguns casos, em cenários para investigação.

METODOLOGIA

Como informado na introdução, o objetivo geral desta pesquisa foi desvelar contribuições para a formação crítica de estudantes, quando envolvidos em atividades investigativas abordando os temas “geometria” e “desmatamento”. Para atingir tal objetivo, teve destaque a atenção que demos às pessoas e suas ideias, partilhando-as e extraindo do convívio com elas as informações que seriam importantes para o nosso estudo, para depois interpretá-las, nos momentos de análise. Essas características estão de acordo com aquelas atribuídas a um estudo de cunho qualitativo, na perspectiva de Chizzotti (2011). Para o autor:

> O termo qualitativo implica uma partilha densa com pessoas, fatos e locais que constituem objetos de pesquisa, para extrair desse convívio os significados visíveis e latentes que somente são perceptíveis a uma atenção sensível e, após este tirocínio, o autor interpreta e traduz em um texto, zelosamente escrito, com perspicácia e competência científicas, os significados patentes ou ocultos do seu objeto de pesquisa (CHIZZOTTI, 2011, p. 28-29).

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes de uma turma do oitavo ano de uma escola estadual de uma cidade do interior de Minas Gerais. A escolha da escola se deu em função das experiências de estágio realizadas pelo primeiro autor, consideradas muito proveitosas. Além disso, a receptividade da professora de Matemática da turma ao projeto foi imediata.

Após o aceite da professora para realizarmos a pesquisa em uma de suas turmas e a autorização da escola, foram definidos três dias para a realização de três atividades: 01/11/2019, 08/11/2019 e 06/12/2019. Essas atividades serão detalhadas na próxima seção. Os dados foram coletados nesses encontros, por meio de gravações em áudio, registros escritos dos estudantes no desenvolvimento das atividades e fotografias.

Vale ressaltar que as três atividades foram elaboradas para serem realizadas em uma ordem específica, de modo que uma auxiliaria nas discussões da subsequente. Na primeira, retomamos conceitos básicos de geometria plana, particularmente o cálculo de áreas. Na segunda, parte do que foi recordado na primeira atividade foi necessária para o cálculo da área de um campo de futebol oficial, que serviria de base para a proposta da atividade. Para a terceira atividade, utilizamos a área do campo de futebol como base para mensurarmos o tamanho do desmatamento na Floresta Amazônica.

AS ATIVIDADES, OS DADOS E AS ANÁLISES

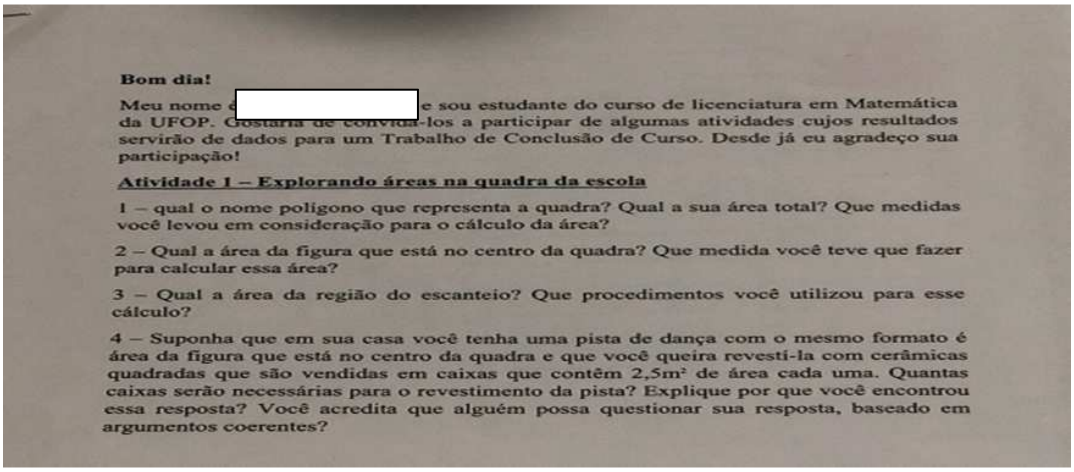
A primeira atividade ocorreu no encontro do dia 01/11/2019. A professora da turma já havia explorado o cálculo de área das figuras planas mais comuns: retângulos, triângulos, círculos. Propusemos, então, uma atividade que teve início na quadra da escola (Figura 1), onde os estudantes, divididos em grupos (A, B, C e D) e munidos de trenas, realizaram medições das dimensões das figuras planas que compunham a quadra.

Figura 1: Registro dos alunos fazendo as medições na quadra

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

De posse dos registros escritos contendo as medidas, os estudantes voltaram à sala de aula para a segunda parte da atividade, apresentada a eles como na Figura 2.

Figura 2: Atividade do primeiro encontro



Bom dia!

Meu nome é [redacted] e sou estudante do curso de licenciatura em Matemática da UFOP. Gostaria de convidá-los a participar de algumas atividades cujos resultados servirão de dados para um Trabalho de Conclusão de Curso. Desde já eu agradeço sua participação!

Atividade 1 – Explorando áreas na quadra da escola

1 – qual o nome polígono que representa a quadra? Qual a sua área total? Que medidas você levou em consideração para o cálculo da área?

2 – Qual a área da figura que está no centro da quadra? Que medida você teve que fazer para calcular essa área?

3 – Qual a área da região do escanteio? Que procedimentos você utilizou para esse cálculo?

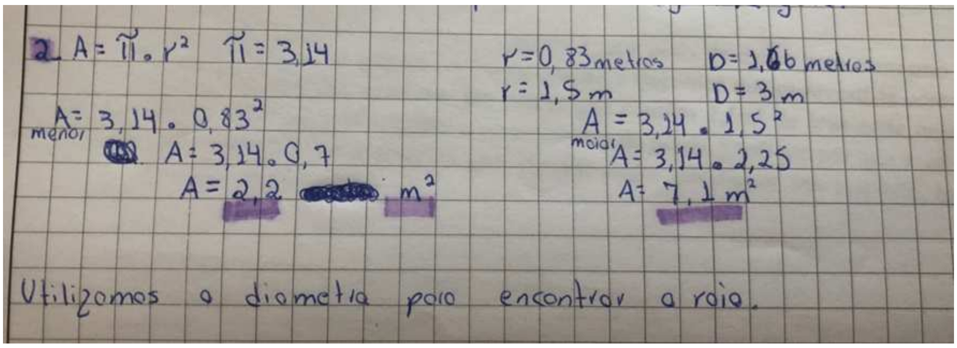
4 – Suponha que em sua casa você tenha uma pista de dança com o mesmo formato é área da figura que está no centro da quadra e que você queira revesti-la com cerâmicas quadradas que são vendidas em caixas que contêm 2,5m² de área cada uma. Quantas caixas serão necessárias para o revestimento da pista? Explique por que você encontrou essa resposta? Você acredita que alguém possa questionar sua resposta, baseado em argumentos coerentes?

Fonte: Elaborada pelos autores (2019)

O objetivo das questões 1 e 2 foi avaliar a capacidade dos estudantes de reconhecer figuras planas básicas (retângulo e círculo) e calcular suas áreas. A área do retângulo (questão 1) foi calculada levando-se em consideração as medidas dos lados (comprimento e largura), sendo obtidos os seguintes resultados: grupo A: 238,14 m²; grupo B: 246,13 m²; grupo C: 245,43 m²; e grupo D: 246,77 m². As diferenças entre eles podem ser explicadas pelas aproximações efetuadas pelos estudantes nos momentos dos registros.

Para o cálculo da área do círculo (questão 2), os grupos adotaram estratégias distintas. Os grupos A e D (Figura 3) mediram o diâmetro e dividiram por dois para encontrar a medida do raio, demonstrando conhecimento da relação D = 2r, em que D refere-se à medida do diâmetro e r à medida do raio. Em seguida, encontraram a área do círculo a partir da fórmula Ac = πr2 (o valor de π utilizado foi 3,14). Os grupos B e C fizeram a medição direta do raio para realizar o cálculo.

Figura 3: Cálculo da área dos círculos do centro da quadra feito pelo grupo A



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

A questão número 3 não foi respondida, pois a quadra não possuía a região do escanteio delimitada com pintura.

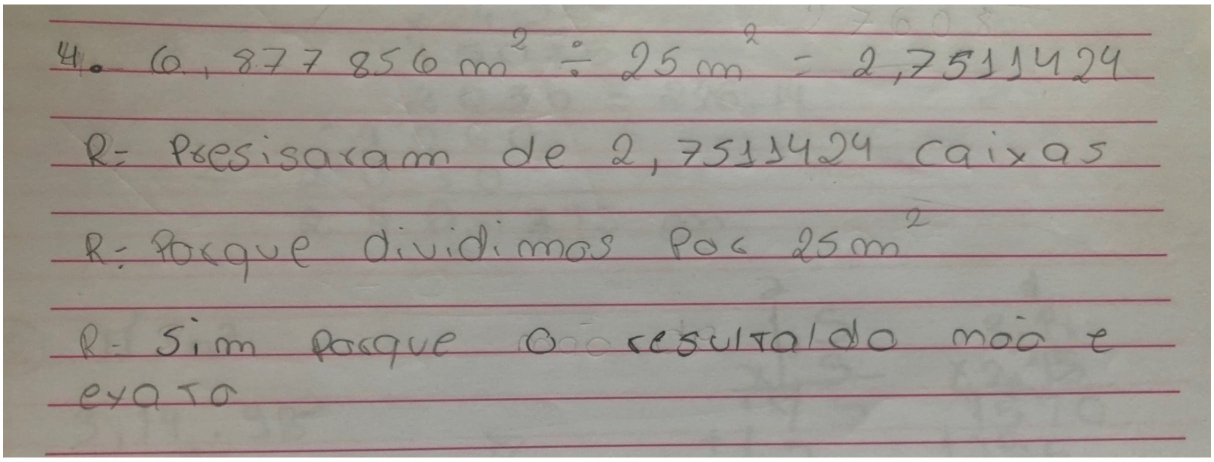
Os dados para responder às questões 1 e 2 foram coletados fora da sala de aula, diferentemente do que em geral ocorre nas escolas. As respostas apresentam elementos interessantes e que devem ser considerados.

Todos os grupos encontraram resultados diferentes, mas todos corretos. As diferenças entre eles estão relacionadas a aproximações feitas pelos grupos e pequenas diferenças entre medidas realizadas na quadra. A nosso ver, propor esses tipos de questões desafia o paradigma do exercício, criticado por Skovsmose (2000), como formato padrão das aulas de Matemática. A aula de Matemática, baseada nesse paradigma, propõe exercícios que devem ser resolvidos por um único caminho e com uma única resposta. Na questão 2, por exemplo, para o cálculo da área do círculo, alguns estudantes utilizaram diretamente a medida do raio e, outros, a medida do diâmetro dividida por dois. Outro fato a se considerar é que as diferentes respostas obtidas, mas nem por isso erradas, colocam em dúvida a ideologia da certeza matemática, ou seja, a crença de que a Matemática é algo livre da influência humana. De acordo com Borba e Skovsmose (2001, p. 130):

> Nas escolas, essa crença é expressa em um sentido especial. Os currículos de Matemática usualmente adotados lidam com problemas com uma e apenas uma solução, um fato que reforça a ideia de que a Matemática é livre da influência humana.

Para a questão 4, o grupo A (Figura 4), por exemplo, fez o cálculo dividindo a área do meio do campo por 25, encontrando 2,75 caixas. Eles argumentaram que poderiam ser questionados sobre o resultado, que não foi exato (talvez quisessem escrever inteiro). Essa argumentação reforça a representação social compartilhada por muitas pessoas, de que em Matemática tudo é exato.

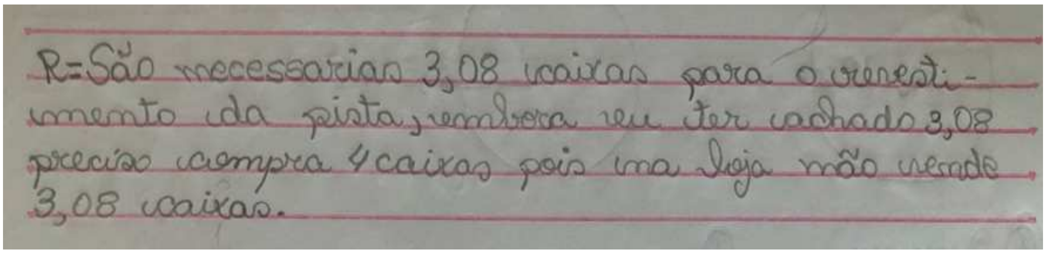
Figura 4: Anotações do grupo A na questão 4


4. $6,877856\ m^2 \div 25\ m^2 = 2,7511424$
R= Presisaram de 2,7511424 caixas
R: Porque dividimos Por $25m^2$
R- Sim porque o resultado não e exato

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

O grupo B respondeu da seguinte forma: “São necessárias 3,08 caixas para o revestimento da pista, embora eu ter achado 3,08 preciso comprar 4 caixas pois na loja não vende 3,08 caixas” (Figura 5).

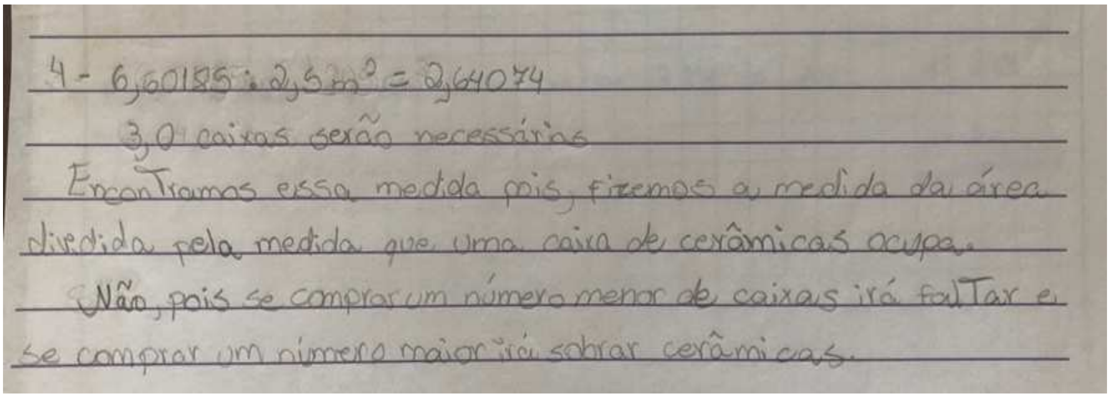
Figura 5: Anotações do grupo B na questão 4


R=São necessarias 3,08 caixas para o revesti-
mento da pista, embora eu ter achado 3,08
preciso compra 4caixas pois na loja não vende
3,08 caixas.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

O grupo C encontrou 2,64 caixas, mas entendeu que era preciso comprar 3 caixas (Figura 6).

Figura 6: Anotações do grupo C na questão 4



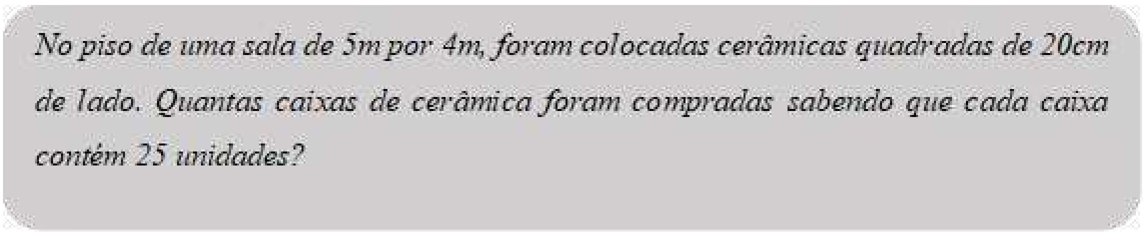
4 - 6,60185 : 2,5m² = 2,64074
3,0 caixas serão necessárias
Encontramos essa medida pois, fizemos a medida da área divedida pela medida que uma caixa de cerâmicas ocupa.
Não, pois se comprar um número menor de caixas irá falTar e se comprar um número maior irá sobrar cerâmicas.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

O grupo D respondeu: “3 caixas, porque na loja eu não vou encontrar 2,84. Só vou encontrar 3”.

A questão 4 continuou subvertendo o paradigma do exercício. A intenção foi mostrar aos estudantes que, em situações reais, nem sempre os resultados de problemas que envolvem a Matemática são exatos ou inteiros, como muito se vê nos livros didáticos e ilustramos com o exemplo abaixo, retirado de um.

Figura 7: Exemplo de exercício retirado de um livro didático



No piso de uma sala de 5m por 4m, foram colocadas cerâmicas quadradas de 20cm de lado. Quantas caixas de cerâmica foram compradas sabendo que cada caixa contém 25 unidades?

Fonte: Disponível em: https://brainly.com.br/tarefa/1301177. Acesso em: 30 jan. 2023

O cálculo matemático utilizado para resolver essa questão é o mesmo utilizado pelos estudantes para responder a questão 4: efetuar a divisão de uma área por outra. Contudo, no exercício do livro, o número de caixas deve ser 20. As respostas dos quatro grupos foram não inteiras, o que os obrigaria a refletir sobre o fato de que não seria razoável ir a uma loja e solicitar 2,75 caixas (grupo A), 3,08 caixas (grupo B), 2,64 caixas (grupo C) ou 2,84 caixas (grupo D). Os grupos B, C e D parecem ter pensado nisso e, então, arredondaram suas respostas para o inteiro mais próximo.

O grupo A manteve sua resposta de 2,75 caixas, e a resposta à pergunta "você acredita que alguém possa questionar sua resposta, baseado em argumentos coerentes?", que foi "sim, porque o resultado não é exato", parece evidenciar que o grupo considera que a resposta deveria ter sido um número inteiro, tal como ocorreu no resultado da questão retirada do livro. Isso pode ter ocorrido por eles estarem habituados a esse tipo de questão, levando-os a crer que é assim que deve ser. Esse efeito cosmético das respostas dos livros, sempre inteiras e exatas, contribui para a manutenção da ideologia da certeza.

Nossa análise coloca em relevo a necessidade de o professor de Matemática, em sua prática de sala de aula, possibilitar aos estudantes momentos em que possam questionar e refletir sobre resultados matemáticos.

Retomando o exemplo retirado do livro didático, vale uma última consideração. Ele parece se referir a uma semirrealidade (SKOVSMOSE, 2000), ou seja, um contexto adaptado da realidade, que se aproxima dela, porém com dados numéricos fictícios. Atividades baseadas em uma semirrealidade têm como base acordos implícitos entre professor e alunos. Um desses acordos é que nenhuma informação externa, referente à semirrealidade, é relevante para fins da resolução do exercício. Dessa forma, se algum estudante questionasse, por exemplo, se não seria necessário comprar mais do que 20 caixas (resposta ao exercício), pois em uma obra realizada em sua casa o pedreiro informou que isso seria necessário devido a cortes de algumas peças, além de algumas perdas, para o professor o estudante estaria perturbando a aula. Não há liberdade para esse tipo de questionamento. Outro acordo é que o único propósito do exercício é ser resolvido. No caso do exemplo, o que interessa é que o estudante compreenda a necessidade de uma divisão. Se isso for feito, nada mais importa. A situação criada é somente um detalhe que não deve ser explorado.

Mesmo assim, o professor imbuído do desejo de proporcionar aos estudantes uma educação matemática que considere outros aspectos – que não somente a capacidade de realizar cálculos – pode utilizar situações semirreais, desde que suscite discussões relativas a ela, que levem o estudante à reflexão. Naturalmente, caso seja possível, o professor pode lançar mão de contextos da realidade, ou seja, situações vivenciadas pelos estudantes ou recortadas da realidade, com dados reais.

A segunda atividade ocorreu no dia 08/11/2019 no laboratório de informática da escola, com os estudantes divididos em grupos. A cada grupo foi entregue o seguinte texto:

> Imagine que a prefeitura de Ouro Preto decida construir um campo de futebol oficial para receber times que queiram vir jogar em nossa cidade partidas da Copa do Brasil 2020. Além disso, imagine que vocês (do grupo) sejam sócios de uma empresa que oferece vários serviços, incluindo gramar espaços, e sejam solicitados a apresentar um orçamento à prefeitura num processo licitatório. Com a intenção de ganhar a concorrência, vocês deverão pesquisar para oferecer um serviço com preço competitivo e de boa qualidade. Responda às questões: 1) Do que vocês precisariam para apresentar o orçamento à prefeitura; 2) Escreva os procedimentos para realizar o orçamento; 3) Qual é o orçamento final que deve ser entregue à prefeitura?

Acostumados aos enunciados em que todos os dados necessários à solução do problema são fornecidos, ou àqueles do tipo calcule!, resolva!, etc., os estudantes tiveram dificuldades para iniciar a atividade.

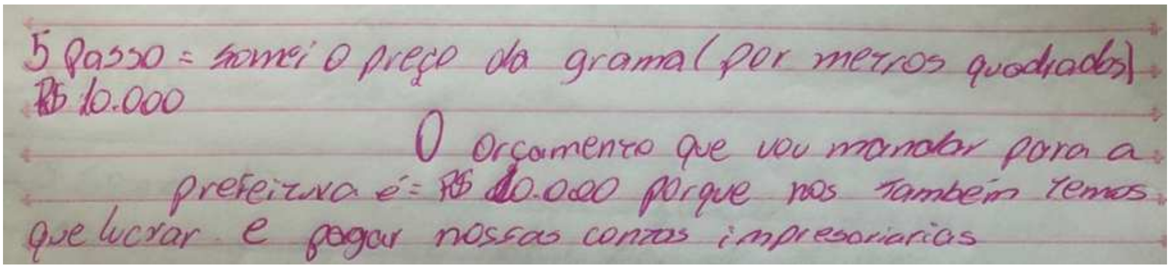
Após uma pequena intervenção do pesquisador, os grupos iniciaram suas consultas à internet, colhendo informações como as dimensões de um campo de futebol oficial, que variam de 90 a 120 metros no comprimento e de 45 a 90 metros na largura. Dessa forma, cada grupo teve a liberdade de escolher as dimensões que julgasse mais adequadas, dentro dos intervalos. Eles também escolheram o tipo de grama. Isso levou a opções interessantes. O grupo A, por exemplo, escolheu a grama esmeralda, justificando sua escolha assim: “porque ela chamou atenção por ser muito bonita e pelo nome”. O grupo B escolheu a grama Bermuda Celebration, e sua justificativa para a escolha foi: “Atualmente é a mais indicada para os gramados de clima tropical e é usada nos melhores campos de futebol de todo mundo”. O fato de ser mais adequada ao clima tropical é uma variável que, provavelmente, não seria relevante em um problema com dados prontos. O grupo E teve uma ideia um pouco diferente dos demais, optando pela grama sintética, que, segundo os integrantes, é utilizada na Arena da Baixada, estádio do Athletico Paranaense.

Escolhido o tipo de grama e as dimensões do campo, as pesquisas se concentraram nos preços da grama. Exceto o grupo E, que optou pela grama sintética, todos os outros decidiram comprar sementes. Uma vez que os sites informavam a área coberta por cada pacote de sementes, os estudantes dividiram a área total do campo pela área de cobertura do pacote para obter o total de pacotes a serem adquiridos. Multiplicando esse resultado pelo preço de cada pacote, eles encontraram o gasto com a compra da grama, que foi compreendido, por todos os grupos, como sendo o orçamento a ser entregue à prefeitura.

Prevendo a entrega precipitada dos orçamentos, sem qualquer reflexão, o pesquisador interveio nos grupos com perguntas: “vocês são uma empresa, certo? Para uma empresa funcionar, ela tem gastos com pagamentos de funcionários, impostos. A própria compra da grama deve levar em consideração outras variáveis que não somente o seu preço. Há o transporte, por exemplo. E o lucro da empresa?” Essas perguntas serviram como provocação para que os estudantes refletissem sobre o fato de que o orçamento que eles pretendiam entregar, na realidade, levaria a empresa ao prejuízo.

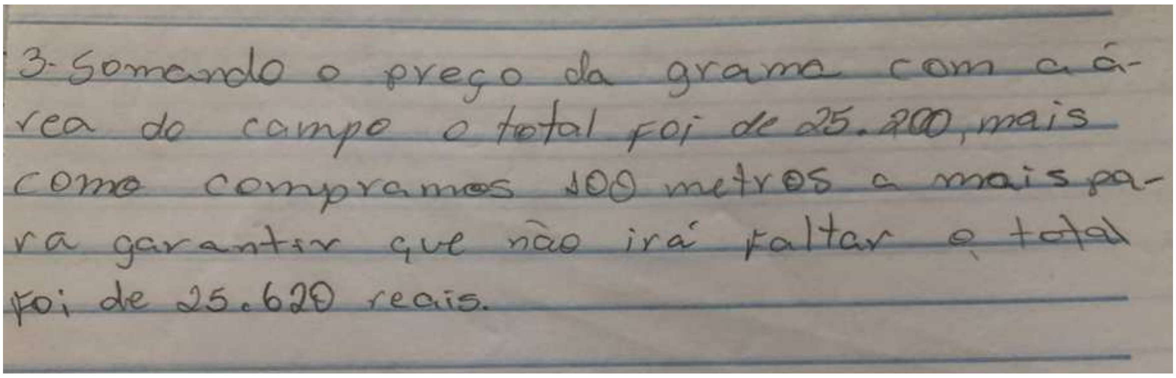
Os grupos se mobilizaram para discutir e reavaliar o valor do orçamento. O preço da grama para o grupo A foi de R$ 2,00 por metro quadrado. Após discussão, o grupo decidiu acrescentar R$ 10.000,00 a esse valor, obtendo um orçamento de R$ 20.000,00 (Figura 8). O grupo B decidiu comprar 100 m^2 a mais de grama para garantir que não iria faltar. Dessa forma, o orçamento passou de R$ 25.200,00 para R$ 25.620,00 (Figura 9). O grupo D se preocupou com o valor do frete, da cidade de Itapetinga, onde a grama seria adquirida, até Ouro Preto. O orçamento, que era de R$ 21.600,00, passou, com o acréscimo de R$ 3.500,00 do frete, para R$ 25.100,00. Os grupos C e E não apresentaram nenhum valor a ser acrescentado, de modo que o valor do orçamento coincidiu com o preço da grama.

Figura 8: Anotações do grupo A para o orçamento final



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

Figura 9: Anotações do grupo B para o orçamento final


3- Somando o preço da grama com a á-
rea do campo o total foi de 25.200, mais
como compramos 100 metros a mais pa-
ra garantir que não irá faltar o total
foi de 25.620 reais.

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

A dinâmica assumida pelos grupos para resolver o problema do orçamento foi caracterizada pela investigação dos dados na internet seguida do tratamento desses dados, muito próxima daquela que caracteriza os cenários para investigação (SKOVSMOSE, 2000). A possibilidade de constituição de um cenário para investigação se inicia com um convite feito aos estudantes, mas não um convite verbalizado da forma: “convido vocês a”, “vocês estão convidados”. O convite não precisa ser explicitado nesses termos. Entendemos que, no nosso caso, o convite foi feito a partir do momento em que propusemos aos estudantes a tarefa de calcular o orçamento, e o aceite se deu quando os estudantes se envolveram no processo investigativo para chegar a ele. Dessa forma, acreditamos que a segunda atividade desse estudo se deu por meio de um cenário para investigação baseado em uma semirrealidade.

A terceira atividade ocorreu no dia 06/12/2019, como complemento à atividade anterior, que problematizou o cálculo do orçamento para gramar um campo de futebol. A escolha pelo campo de futebol não foi aleatória. Na terceira atividade, nosso objetivo foi promover uma discussão em torno do tema “desmatamento”, trazido às manchetes de várias mídias naquele momento. Contudo, a nosso ver, essas chamadas não sensibilizavam os estudantes. Por que, então, não trazer a discussão para a sala de aula de Matemática?

O primeiro momento, de sensibilização, se deu por meio da exibição de um vídeo (Figura 10) produzido pela rede de televisão BBC, de Londres, e apresentado pelo editor de ciência da emissora, David Shukman. O vídeo denuncia o desmatamento desenfreado na Amazônia e as suas consequências para a humanidade. Em determinado momento desse vídeo, o apresentador informa que a área de floresta desmatada, por minuto, equivale à área de um campo de futebol, provocando alvoroço na turma. Um estudante, duvidando da informação, disse: “se eu chegar lá na floresta agora, não vai estar derrubando uma área desse tamanho por minuto. Imagina um campo de futebol sendo desmatado por minuto, é muita coisa”. A conexão entre a área do campo de futebol, calculada na atividade 2, e o vídeo exibido serviu para mostrar aos estudantes quão grande é o prejuízo, resultado do desmatamento.

Após a exibição, os estudantes foram convidados a expor suas impressões acerca do vídeo, em clima de diálogo, mas no sentido considerado por Cissna e Anderson (1994 *apud* ALRØ; SKOVSMOSE, 2006, p. 119-120), para quem o diálogo é mais do que uma simples troca de mensagens, constituindo-se como um tipo especial de processo em que os participantes “se encontram”, o que implica influenciar e sofrer mudanças.

Podemos pensar nessas mudanças em termos de desenvolvimento da matemacia, ou seja, da capacidade de interpretar o mundo por meio da Matemática. Assistir ao vídeo e conectá-lo ao que já havia sido desenvolvido nas atividades anteriores aproxima o que foi estudado em sala, dando significado à aprendizagem. A reportagem comparava a área de desmatamento à área de campos de futebol, possibilitando aos estudantes uma compreensão do tamanho desse crime ambiental. O impacto dessa informação levou um estudante a duvidar dos dados.

A compreensão dos danos gerados pelo desmatamento contribui até mesmo para um posicionamento político dos estudantes, diante de problemas sociais. Uma estudante disse: “Eu não entendo por que o povo coloca fogo na mata”, evidenciando certa indignação com o fato. Ainda que pareça despretensiosa, essa fala da estudante indica um posicionamento reflexivo sobre o desmatamento. Convidados a dar exemplos de consequências do desmatamento, ouvimos respostas do tipo: “aquecimento global”, “sem árvore não teremos oxigênio limpo”, “alguns animais podem entrar em extinção”. Essas ideias dos estudantes, acrescidas das informações do vídeo e das discussões em grupo, podem ter gerado um processo de *empowerment*, na medida em que muniram os estudantes de conhecimentos que contribuem para um sentimento de confiança para discutir sobre o tema. Para Powell (2017, p.

12), “a aprendizagem de Matemática e a utilização da Matemática podem servir de ferramenta para que uma pessoa ou comunidade desenvolva seu empowerment”.

O tempo destinado às atividades e às discussões não permitiu a aquisição de conhecimentos profundos sobre o desmatamento, mas serviu para iniciar um possível processo de mudança na maneira como os estudantes lidam com a aula de Matemática. Nesse sentido, defendemos que o professor de Matemática, em sua prática de sala de aula, promova momentos em que traga à tona problemas que façam parte da vida dos estudantes, nos quais a Matemática esteja presente, e que sirvam de pretexto para levar os estudantes a refletir sobre seu papel como cidadãos mais conscientes e que se posicionam diante das situações que se colocam à sua frente.

Figura 10: Registros da terceira atividade

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A glorificação da Matemática como uma ciência sobre a qual não pairam quaisquer questionamentos tem ocorrido ao longo dos anos. Resultados matemáticos raramente são passíveis de dúvidas, funcionando como o argumento definitivo para, por exemplo, a tomada de decisões em muitas situações de nossas vidas – o que gera, em alguns casos, processos de exclusão.

A fala de uma professora de uma escola pública, ao consultar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) de certa escola, revela como esse número contribui para julgamentos sobre os estudantes e a escola. Ela disse: "coitados dos alunos, são todos fracos!". Porém, ninguém questiona como se chega ao número que representa o Ideb, ou seja, qual é a matemática em ação (SKOVSMOSE, 2000) que está por trás, escondida? O que se "enxerga" sobre o Ideb é somente o que informa o site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educativas (Inep): um indicador da qualidade do ensino em escolas públicas. Em outras palavras, Ideb alto significa escola com ensino de qualidade e "bons" alunos. Ideb baixo é para escolas cujos alunos são "fracos".

Além de processos de exclusão, o poder atribuído à Matemática engessa a prática do professor e dificulta que o estudante protagonize o processo de aprender Matemática. Estando tudo pronto e acabado quando se trata do ensino e da aprendizagem matemática, o que resta ao estudante fazer? Sentar-se, ouvir, responder, mas não questionar, reproduzir...

Na contramão dessa educação – que pode ser considerada "bancária", no sentido freiriano do termo, ou baseada no paradigma do exercício –, as atividades propostas neste estudo pretenderam desvelar contribuições para a formação crítica dos estudantes, em relação à Matemática, utilizando geometria e o tema "desmatamento".

As três atividades permitiram aos estudantes, além de aprender e rever conteúdos matemáticos, discutir um problema social grave: o desmatamento. As contribuições desveladas, na análise dos autores, foram:

1 – Aumento da autonomia e reponsabilidade dos estudantes

As tarefas foram elaboradas para proporcionar aos estudantes liberdade de escolha. Podemos citar as escolhas dos membros dos grupos, que não tiveram nenhuma influência dos pesquisadores; as escolhas dos caminhos a seguir para solucionar os problemas, particularmente na segunda atividade, foram dos estudantes (escolheram grama, fornecedor, dimensões do campo). Se, por um lado, as atividades davam maior autonomia aos estudantes, por outro exigiam que a responsabilidade das escolhas recaísse sobre eles, ou seja, eles deveriam responder pelas escolhas feitas.

2 – Importância dos conhecimentos de geometria em situações reais

Em todas as atividades, os estudantes tiveram a oportunidade de utilizar conhecimentos de geometria em situações práticas.

3 – Possibilidade de vivenciar situações que se constituíram em cenários para investigação

Em muitas salas de aula de Matemática, a prática do professor se insere no paradigma do exercício. Tentativas que subvertam esse paradigma são bem-vindas, porque podem proporcionar um ensino que signifique algo para o estudante. Na atividade 1, os estudantes vivenciaram situações em que um problema tinha mais de uma resposta, todas corretas, questionando a ideologia da certeza matemática, que muitas vezes guia as práticas inseridas no paradigma do exercício. Na atividade 2, o envolvimento da maior parte dos estudantes na busca pela solução do problema proposto parece indicar que se constituíram em cenários para investigação.

4 – Desenvolvimento de aspectos relacionados à matemacia

O desenvolvimento da matemacia pode ter ocorrido em vários momentos, sobretudo naqueles em que verdades cristalizadas sobre a matemática foram colocadas em dúvida. Nas atividades 1 e 2 pudemos questionar a ideologia da certeza. Na atividade 3, ao promover discussões acerca do desmatamento, associando-as à Matemática, contribuímos para alargar a capacidade dos estudantes em termos de argumentação nas discussões sobre o tema. Particularmente, entendemos que houve desenvolvimento do *empowerment* dos estudantes, ou seja, a confiança para discutir com mais propriedade sobre determinado tema.

A nosso ver, as atividades contribuíram para um olhar crítico dos estudantes sobre situações costumeiras de sala de aula, além do olhar crítico sobre o tema “desmatamento”. Contudo, há muito a se explorar, em termos de propostas de atividades que levem à formação crítica do estudante, sobre a Matemática e sobre problemas sociais que, a despeito do que pensam os mais ortodoxos, podem/devem ser discutidos pelos atores – professor e alunos – da sala de Matemática.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Ouro Preto pela ajuda financeira por meio do Edital 13/2020 de auxílio financeiro a pesquisadores.

REFERÊNCIAS

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

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A ideologia da certeza em educação matemática. *In*: SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica**: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001. p. 127-148.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências Humanas e Sociais**. 4. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2011.

FIORENTINI, D.; FERNANDEZ, F. L. P.; CRISTOVÃO, E. M. Um estudo das potencialidades pedagógicas das investigações matemáticas no desenvolvimento do pensamento algébrico. *In*: SEMINÁRIO LUSO-BRASILEIRO DE INVESTIGAÇÕES MATEMÁTICAS NO CURRÍCULO E NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES, Lisboa, 26-26 jul. 2005. **Anais** [...]. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.

PONTE, J. P.; MATOS, J. F. Processos Cognitivos e Interacções Sociais nas Investigações Matemáticas. Tradução do artigo extraído do livro **Mathematical Problem Solving and New Information Technologies, Research in Contexts of Pratice**, editado por J. P. Ponte, J. F. Matos, J. M. Matos e D. Fernandes, publicado pela primeira vez em 1992 por Springer - Verlag (p. 239-254).

POWELL, A. B. A Educação Matemática Crítica na Visão de Arthur Powell. Entrevista concedida a Autor. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 6, n. 11, p. 7-17, 2017.

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

SKOVSMOSE, O. Ole Skovsmose e sua educação matemática crítica. Entrevista concedida a Amauri Jersi Ceolim e Wellington Hermann. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 1, n. 1, jul./dez., 2012.

Submetido em 30/01/2023.

Aprovado em 05/03/2023.