



ESTIMULANDO UMA REFLEXÃO CRÍTICA SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA POR MEIO DE UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA

João Pedro Mardegan Ribeiro¹
Renata Cristina Geromel Meneghetti²

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar um relato de experiência, com o uso de uma atividade de Modelagem Matemática, realizado com uma turma de alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública localizada no interior do estado de São Paulo, em que se debateu o tema consumo e desperdício de água para se abordar conceitos matemáticos. Para tal, foi elaborada e aplicada uma sequência didática durante um minicurso de quatro aulas, abordando a temática escolhida e versando sobre os conteúdos Média, Variância e Desvio Padrão. Referente a isto, foi analisado o portfólio produzido pelos alunos durante as atividades e também as manifestações verbais destes em aula, como forma de averiguação da aprendizagem. Os resultados apresentados pelos alunos foram satisfatórios devido ao alto índice de aprendizado, concluindo então que a Modelagem Matemática, no trabalho com os conteúdos abordados em união com o tema adotado, se mostrou uma metodologia eficiente para produção de significado e aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Consumo de água; Investigação Matemática; Modelagem Matemática.

Introdução

A Matemática está presente em quaisquer atividades humanas, deste modo, sua importância no dia a dia é indiscutível. Sobre isso, Almeida e Brito (2005) destacam que, em grande parte do mundo, a carga horária geral da disciplina Matemática nas escolas básicas é a mais elevada de todas, evidenciando que esta tem um papel substancial para a sociedade como um todo, e, além disso, exerce um papel muito importante na educação. Entretanto, ainda hoje nas escolas brasileiras há um grande problema de baixo rendimento em Matemática pelos alunos, e também um grande desinteresse por sua aprendizagem.

A esse respeito, Fiorentini (1995) levanta um ponto importante. Para o autor, a Matemática na escola básica, na maioria das vezes, têm sido abordada em sala de aula

¹ Secretaria da Educação do Estado de São Paulo – SEDUC/SP. Email: jpedromardegan@gmail.com

² Universidade de São Paulo – USP. Email: rcgm@icmc.usp.br

pelos professores por meio da tendência tecnicista, cujo ensino focaliza o uso de técnicas e regras, muitas vezes sem fundamento e justificativa, gerando dificuldades, pelos alunos, na compreensão significativa dos conteúdos trabalhados. Assim, acreditamos que o fato da Matemática ter um ensino, muitas vezes pautado numa abordagem tecnicista, pode ser um dos motivos para o baixo rendimento dos alunos.

Tal posicionamento vai ao encontro com o posto por por Agne e Frota (2007), segundo os quais, quando há o uso somente de técnicas, sem que se tenha uma busca por contextualizações ou correlações do saber matemático com práticas cotidianas, pode ser produzido nos estudantes alguns efeitos indesejáveis, e um deles, é a própria aversão à disciplina Matemática. Além disso, concordamos com o posicionamento de Almeida e Dias (2004) que destacam que a construção do conhecimento, pelos alunos, é facilitada quando emerge de fenômenos intrínsecos à realidade deles, uma vez que torna as discussões do saber matemático mais dinâmicas e interessantes.

Uma das formas de trabalhar, em sala de aula, com um ensino de Matemática mais contextualizado, motivador e capaz de levantar assuntos inerentes à realidade particular de cada um, é através de atividades de Modelagem Matemática. Sobre esta última, Jacobini e Wodewotzki (2016) afirmam que esta possibilita explorar aplicações da matemática no dia a dia, o que favorece que os alunos construam modelos. Além disso, nesta abordagem, os alunos têm contato com conteúdos práticos, úteis, vivos e significativos. Ademais, com essa abordagem, a investigação e reflexão científica podem ser trabalhadas, o que contribui fortemente para a construção de ações, a conscientização e a transformação social.

Deste modo, acreditamos que as atividades de modelagem matemática são capazes de tornar o ensino algo mais motivador, contribuindo para que o aprendizado seja mais significativo. Com isso em mente, neste relato de experiência será apresentado o resultado de aplicação de uma sequência didática, realizada em um minicurso, ao qual teve como finalidade trabalhar com alunos do ensino médio uma atividade de modelagem matemática abordando a temática consumo e desperdício de água para discutir os conceitos matemáticos: Média, Variância e Desvio Padrão.

Sobre tais conteúdos matemáticos, Eugênio, Carvalho e Monteiro (2016) destacam que eles estão diretamente relacionados a inúmeras situações do cotidiano e, além disso, a Média se configura como um ponto de equilíbrio dos dados de certas distribuições, considerando os desvios dos valores. Deste modo, com a Média podemos

obter um valor central para um conjunto de dados, e com a variância e o desvio padrão podemos entender a dispersão entre os dados.

Além disso, este trabalho é resultado de uma das atividades realizadas durante o estágio supervisionado em ensino de matemática, pelo primeiro autor, enquanto estagiário do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade de São Paulo, ao qual, durante as atividades de Regência, realizou este minicurso com alunos da terceira série do ensino médio, de uma escola pública localizada no interior do estado de São Paulo, versando sobre a Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica, a qual foi debatida na disciplina de estágio de matemática ministrada pela segunda autora deste trabalho. Este minicurso teve como objetivo encontrar indícios de uma aprendizagem significativa dos conteúdos matemáticos, e também reflexões individualizadas quanto ao uso diário residencial de água.

O minicurso aqui relatado adotou como referencial teórico a Modelagem Matemática proposta por Barbosa (2001) e a perspectiva sociocrítica, também destacada pelo autor. Para esse autor, a Modelagem Matemática é compreendida como um ambiente de aprendizado em que há possibilidade, para os estudantes, realizarem a investigação e também indagação de questões da realidade e também relacionados a outras áreas do saber, fazendo uso de elementos da Matemática.

O que se configura como investigação é destacado por Carvalho (2018). Segundo a autora, investigação, dentro do ensino das ciências, é quando o professor cria condições para que os alunos pensem, falem, leiam, escrevam e exponham seus argumentos, baseados no que aprenderam do conteúdo programático. Mas, para além da investigação, Azevedo (2007) destaca que a modelagem privilegia a eficiência sociocrítica, ou seja, inserindo o conteúdo em um ambiente social e contextualizando, analisando fenômenos recorrentes da realidade dos alunos.

Para Barbosa (2001) a Perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática faz com que os alunos reflitam sobre a Matemática, atribuindo valores sociais, e isso possibilita que eles indagam sobre situações do dia a dia por meio do uso da matemática. Em complemento, para Silva e Kato (2016), na perspectiva sociocrítica, há o tratamento de problemas que vem da realidade dos estudantes e proporciona a eles a utilização de argumentos oriundos dos saberes matemáticos, visando tomar posicionamentos e atitudes.

Ou seja, a atividade realizada se configura como uma abordagem da Modelagem Matemática pois, um tema da realidade, a saber, consumo de água diário residencial, é

focalizado para se abordar os conceitos matemáticos. Deste modo, tal como elenca Fantinel et al. (2014) os alunos ao analisar uma situação cotidiana, vão poder elaborar modelos matemáticos para situações reais, e usar a própria matemática como uma ferramenta de análise das problemáticas. Assim, por meio do uso da Média, Variância e o Desvio Padrão, os alunos conseguiram responder qual era o consumo médio residencial, se esse valor estava acima do limite, e também comparar se são eles os maiores responsáveis pelo consumo.

Percurso metodológico

As atividades aqui relatadas foram desenvolvidas em uma escola pública localizada no interior do estado de São Paulo, na cidade de São Carlos. Elas foram desenvolvidas como uma das atividades de regência, inseridas na disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Matemática II, ministrada pela segunda autora deste trabalho, destinada a alunos regularmente matriculados na Licenciatura em Ciências Exatas com Habilitação em Matemática, entre os quais o primeiro autor deste trabalho. Assim, foi desenvolvido um minicurso de 4 horas/aula e aplicado com alunos de uma turma de terceira série do Ensino Médio.

Para tanto, foi elaborada e aplicada uma sequência didática durante um minicurso de quatro aulas, abordando a temática escolhida e versando sobre os conteúdos Média, Variância e Desvio Padrão. Referente a isto, foi analisado o portfólio produzido pelos alunos durante as atividades e também as manifestações verbais destes em aula, como forma de averiguação da aprendizagem.

Descrição da atividade e resultados

No primeiro encontro do minicurso, com duração de 90 minutos, o estagiário se apresentou novamente a turma, uma vez que ele já havia se apresentado anteriormente, porque o estágio compreende na execução de 100 horas de atividades na escola, e ele já conhecia a turma, pelo fato de ter acompanhado a professora durante suas aulas. Depois disso, foi explicado brevemente sobre o tema do minicurso, sua finalidade e também que todas as atividades que forem desenvolvidas deveriam ser feitas no portfólio individual de cada um. Após isso, foi feita uma discussão, com os alunos, acerca dos conteúdos Média, Variância e Desvio Padrão. Para facilitar na compreensão dos conteúdos, foi feito, pelo estagiário, um exercício como exemplo.

Logo em sequência foi dada uma tarefa aos alunos, e eles deveriam resolvê-la em aproximadamente 20 minutos, e de forma individual. Essa tarefa consistia em calcular a Média, a Variância e o Desvio Padrão entre a altura de quatro prédios. Passado esse período, o estagiário solucionou a tarefa de forma conjunta para com os alunos. Essa atividade foi bastante dialogada, uma vez que grande parte da sala estava participando ativamente das discussões. Os alunos foram fazendo passo a passo, conforme o que haviam aprendido.

Finalizada essa etapa, foi realizada uma dinâmica, em que o estagiário escreveu “Água” no centro de duas folhas sulfites, e os alunos deveriam, na forma de mapa mental, escrever a primeira coisa que vinha a cabeça deles, quando eles escutavam o termo água e, após escrever essa palavra, as folhas deveriam ser passadas ao colega mais próximo até que todos tivessem realizado a atividade. Nota-se que os alunos apresentaram uma diversidade muito grande de respostas, já que todos escreveram uma palavra distinta. Entre as respostas dadas houve alunos que falaram termos relacionados a importância da água, onde encontrá-la, e até mesmo seus estados físicos.

Depois que todos os alunos da sala finalizaram o mapa, foi feita uma socialização deste, destacando as palavras obtidas e as principais reflexões levantadas. A discussão foi guiada pelas seguintes perguntas: 1. Por que a água é importante?; 2. Por que precisamos da água?; 3. Como a sociedade vem tratando a água? Majoritariamente, nesta discussão, os alunos disseram que a água é importante e precisamos dela por que ela regula nosso peso corporal, e é um item básico de consumo, e a sociedade vem tratando-a de forma irregular.

Por fim, os alunos responderam no portfólio as seguintes perguntas: 1. Para você, o que é desperdiçar água?; 2. Você já observou alguém desperdiçando água? Como?; 3. Para você, o que é usar a água de forma racional? Cite 2 exemplos; 4. Na sua casa, há um uso racional de água? Foram feitas estas questões, já que tínhamos como objetivo de fazer um levantamento inicial sobre a concepção dos alunos acerca do uso diário da água, já que ao final do minicurso, com os dados matemáticos em mãos, eles poderiam responder fielmente, se fazem ou não o uso consciente e racional da água.

Para a pergunta 1, todos os alunos responderam que desperdiçar água é fazer o uso desta de forma exagerada, sem que se tenha necessidade, o que é uma resposta coerente com o que era esperado. Para a pergunta 2, dos vinte e um alunos participantes, quinze responderam já que observaram sim, pessoas fazendo o desperdício de água, e observam isso diariamente, já os outros seis alunos responderam que não observam

peessoas fazendo o desperdício de água. Para a pergunta 3, os alunos citaram que o uso racional da água é quando seu uso é feito de forma adequada e coerente com a atividade em que estão fazendo seu uso, e quanto aos maiores exemplos citados destacam-se o fechamento de torneiras quando estiver lavando louça e também banhos mais rápidos. Já para a pergunta 4, nove responderam que não há uso racional da água, três responderam que às vezes há, e nove responderam que há sim, uso racional de água em suas residências.

Ao final deste encontro, e também como uma das formas de averiguar, na prática, a resposta da pergunta 4, os alunos deveriam calcular quantos litros cada pessoa que residem na mesma casa que eles gastam por dia, e para realizar tal cálculo de consumo, foi adotada uma tabela (Tabela 1) apresentada por Giraldi e Sant’Ana (2020) ao qual apresenta dados de consumo por item propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Ou seja, os alunos deveriam anotar a quantidade de vezes que fazem cada uma das atividades listadas na tabela, e depois multiplicar pela quantidade, em litros de água, que cada uma das atividades consome. Há destaque também para o fato de que segundo a ONU, 110 litros/dia é a quantidade de água necessária para atender as necessidades básicas de quaisquer cidadão.

Tabela 1. Consumo diário de água

Atividade	Quantidade (litros)
1 descarga	10
1 minuto de chuveiro aberto	15
6 segundos de torneira aberta - lavar as mãos	01
1 minuto de torneira aberta	12
1 lavagem de roupa na máquina ou tanque	150
1 Lavagem do carro com mangueira	100

Fonte: Giraldi e Sant’Ana (2020).

Já no segundo encontro foi discutido com os alunos se eles haviam realizado a tarefa para ser feita em casa, e com tais dados, eles deveriam calcular a Média, a Variância e o Desvio Padrão do consumo de água por membro da família residente na mesma casa que eles, e, assim, responder se seu consumo particular de água foi menor ou maior que a Média do consumo residencial.

De início, foi observado que os alunos estavam com dificuldade em realizar tal atividade, por isso, foi necessário que o estagiário fosse de carteira em carteira explicar de forma individualizada. Mas, a dificuldade que foi observada não estava relacionada ao cálculo da Média, Variância e Desvio Padrão e sim, quanto ao cálculo dos parâmetros que estavam expressos na tabela, ou seja, o cálculo da multiplicação do valor de vezes realizada a atividade, para com a quantidade de água em litros.

Ou seja, os alunos estavam com dificuldade em entender como funcionava a Tabela 1. O que eles, inicialmente, antes de realizar o cálculo da Média, Variância e Desvio Padrão deviam fazer, era multiplicar, para cada uma das pessoas, e de forma individualizada, o valor anotado de vezes que fez cada atividade, pela quantidade de água que cada atividade consome, e, depois, fazer o somatório de tudo. Depois, usar os dados para cada membro residente na família para calcular o que era desejado.

Fazendo uma análise dos portfólios quanto a essa atividade realizada, notou-se que quatorze alunos fizeram os cálculos conforme as orientações que foram dadas, e os outros sete estudantes cometeram erros. Os erros que foram cometidos pelos estudantes não envolvia a aplicação procedimental de como realizar a Média, Variância e Desvio Padrão, até porque os valores que eles obtiveram, em seus cálculos, estavam corretos, mas, eles usaram dados errados para realizar os cálculos. Eles fizeram a média entre cada item da tabela, ou seja, item de consumo, e não entre o consumo residencial por pessoa. Ou seja, os procedimentos não estavam errados, mas sim, os dados utilizados.

Quanto aos alunos que fizeram o uso dos dados corretamente, observa-se que houve uma variação muito grande entre as médias obtidas, isso porque foi de 120 litros até 800 litros, que são, respectivamente, a menor e a maior média de consumo residencial de água, sendo ambos maiores do que os 110 litros propostos pela ONU. Além disso, os alunos, em maioria, perceberam que não são eles os maiores responsáveis pelo consumo de água residencial, e sim, os outros membros que residem em suas casas.

Na sequência, depois que todos os alunos já tinham feito a atividade proposta, cada aluno falou a quantidade média do consumo de água residencial por pessoa, foi anotado da lousa, e em conjunto, foi respondido quatro perguntas, tais quais:

- 1) Na casa de qual aluno houve maior gasto médio de água por pessoa?
- 2) Na casa de qual aluno houve menor gasto médio de água por pessoa?
- 3) Na casa de qual aluno cada membro possui um gasto parecido de água?
- 4) Na casa de qual aluno há um gasto mais discrepante por pessoa?

Todos os alunos da sala responderam aos questionamentos, e também todos participaram deste momento de comparar os dados que estavam no quadro, demonstrando que os alunos realmente conseguiram se apropriar dos conceitos matemáticos que foram discutidos ao longo do minicurso. Para responder às questões corretamente, os alunos deveriam ter se apropriado dos conceitos e significados do que era média e desvio padrão, já que este fator era determinante no momento de comparar as respostas, e eles responderam corretamente, demonstrando que fizeram a compreensão do que significava cada um dos elementos discutidos.

Para além disso, outros posicionamentos foram levantados no momento de discussão desses dados, que foi os alunos destacarem abertamente para toda a sala, como está o seu consumo de água e o de sua família. Muitos alunos disseram que o valor médio obtido se encontra muito superior ao proposto pela ONU, e também que em suas casas não está havendo consumo consciente. Em complemento, alguns alunos até citaram quais membros de suas casas têm sido os responsáveis pelo valor médio ter sido alto. Quanto aos quatorze alunos, que foram os que realizaram o cálculo corretamente, os que inicialmente disseram que fazem uso consciente de água, mudaram de posicionamento, e os que disseram que não fazem, continuaram com a mesma opinião.

Por fim, foi feita uma sistematização, em que foi destacado a importância da média e do desvio padrão para a discussão de tais dados e como forma de sistematização, os alunos deveriam deixar uma mensagem sobre a importância do uso consciente da água, fazendo uma integração entre os conhecimentos do assunto, junto as informações matemáticas que foram discutidas ao longo do minicurso. A forma de sistematização escolhida pelos alunos teve uma variação, dezessete alunos fizeram desenhos e quatro escreveram frases e/ou textos.

Quanto às frases e/ou aos textos, os alunos citaram que nós não devemos desperdiçar água, e devemos usá-la de forma consciente. Um dos alunos até citou que o agronegócio é um dos setores que mais faz uso de água no Brasil, e como não podemos mudar o consumo e desperdício de água oriundo deste setor, devemos pensar em nossas ações diárias. Além disso, outro aluno comentou que a sociedade só percebe o valor da água, quando a fonte seca. Já referente aos desenhos, a maioria fez representações em que há destaque para o desperdício de água, com alerta de que não se pode deixar que isso aconteça.

Logo, de um modo geral, notou-se que a atividade proposta fez com que os alunos refletissem sobre suas práticas diárias, e entendesse que em suas casas não há um

consumo consciente de água. Além disso, observou-se que eles conseguiram compreender o significado dos conceitos estudados, e também realizar os procedimentos para encontrar valores de Média, Variância e Desvio Padrão.

Considerações finais

A experiência focada neste trabalho, visou investigar se por meio de uma atividade de Modelagem Matemática, se os alunos da terceira série do Ensino Médio, conseguiriam compreender os conteúdos de matemática que seriam trabalhados. Para tanto, foi aplicada uma proposta em um minicurso de 4 horas/aula, divididos em dois encontros (cada um com 2 aulas), e adotou como tema o consumo e desperdício de água.

Por meio das atividades realizadas, e dos dados matemáticos obtidos, foi possível observar que os alunos conseguiram compreender se fazem ou não o uso consciente de água, e como está o consumo residencial, fazendo uma comparação com o valor de 110 litros proposto pela ONU, inclusive, após perceber tais fatos, disseram que vão buscar alternativas para reverter tal quadro crítico.

Além disso, percebemos que nas aulas observadas, realizadas antes do minicurso, os alunos raramente respondiam aos questionamentos, e durante o minicurso isso foi diferente, já que todos os alunos estavam participando ativamente da atividade proposta, evidenciando que eles estavam confiantes em manifestar suas ideias e posicionamentos, o que contribuiu para enriquecer a aula.

Logo, embora o tempo de atividade tenha sido curto, as atividades favoreceram o trabalho com a investigação, indagações e discussões sobre o assunto, possibilitando que os alunos compreendessem os conteúdos matemáticos trabalhados, desde seus significados, até mesmo as realizações procedimentais e também o desenvolvimento da conscientização ambiental quanto ao desperdício de água, auxiliando na formação cidadã.

Destarte, nesta aplicação verificamos que a intervenção didática nos moldes da Modelagem Matemática da forma em que ela fora trabalhada neste minicurso, favoreceu ao aprendizado dos alunos, e garantiu que fosse aberto um espaço dialógico para discussões sobre questões próprias do dia a dia deles. Assim, entendemos que a Modelagem Matemática, conforme as orientações de Barbosa (2001) e de acordo com o que fora encontrado e discutido nesta intervenção, é uma abordagem que potencializa a compreensão dos conteúdos pelos alunos, e auxilia na formação cidadã.

Referências

AGNE, Luciano Sant’Ana.; FROTA, Paulo Romulo de Oliveira. Matemática – Ensino e Educação. **Revista de Iniciação Científica**, v. 5, n. 1, 2007.

ALMEIDA, Lourdes Marai Werle; DIAS, Michele Regiane. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 17, n. 22, p. 19-35, 2004.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; BRITO, Dirceu dos Santos. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir?. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 03, p. 483-498, 2005.

AZEVEDO, Leny Cristina Soares Souza. A constituição de “ser professor” em Campinas-SP nas primeiras décadas do século XX: memórias de um passado glorioso. **Dossiê: Práticas de formação e fazeres cotidianos**, v. 25, n. 2, p. 137, 2007.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 14, n.15, p. 5-23, 2001.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 765-794, 2018.

EUGÊNIO, Robson Da Silva; CARVALHO, Liliane Maria Teixeira Lima; MONTEIRO, Carlos Eduardo Ferreira. Média aritmética em diferentes situações: identificando níveis de interpretação de estudantes do Ensino Fundamental. **Educação Matemática Pesquisa**, Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, v. 18, n. 3, 2016.

FANTINEL, Paulo Augusto et al. Modelagem matemática e Educação Ambiental: Economia de água em atividades do dia-a-dia. **Anais do Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, IV**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014.

FIorentini, Dario. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino da Matemática no Brasil. **Zetetiké**, Campinas, ano 3, n. 4, p. 1 - 37, nov. 1995.

GIRALD, Olga Cristina Penetra.; SANT’ANA, Alvino Alves. Uma experiência de modelagem matemática promovendo uma reflexão crítica sobre o consumo da água. **Educação Matemática em Revista – RS**. v.1. n.21, 2020

JACOBINI, Otávio Roberto; WODEWOTZKI, Maria Lucia L Uma Reflexão sobre a Modelagem Matemática no Contexto da Educação Matemática Crítica. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 19, n. 25, 2006, pp. 1-16

PONTE, João Pedro da. O estudo de caso na investigação em educação matemática. **Quadrante**, v. 3, n. 1, p. 3-18, 1994.

XV ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – XV EPEM
28 a 30 de Abril de 2023

SILVA, Cintia.; KATO, Lilian Akemi. Quais Elementos Caracterizam uma Atividade de Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica? **Bolema: Boletim de Educação Matemática.** v.26, n.43, pp.817-838.