ABORDANDO O USO DA MODELAGEM MATEMÁTICA EM UM CLUBE DE CIÊNCIAS POR MEIO DO TEMA QUALIDADE DA ÁGUA

João Pedro MARDEGAN-RIBEIRO, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Bauru/SP.

Ricardo KUCINSKAS, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Araraquara/SP.

Renata Cristina GEROMEL MENEGHETTI, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos/SP.

Didática

joao.margedan@unesp.br

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo compreender se, por meio da modelagem matemática, estudantes do ensino médio poderiam ter uma compreensão mais significativa dos conteúdos matemáticos abordados. Para tanto, realizou-se uma atividade com esta abordagem, no contexto de um clube de ciências, por meio de um tema gerador envolvendo questões socioambientais. Nessa direção, as atividades foram realizadas durante os meses de maio e junho de 2024, com estudantes dez estudantes, matriculados em turmas 3ª série do ensino médio de uma escola pública localizada no interior do estado de São Paulo. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, analisando-se os dados em busca de relações entre as abordagens, os procedimentos adotados e a aprendizagem dos estudantes. Os principais resultados indicam que a aprendizagem dos estudantes foi significativa, uma vez que conseguiram compreender os cálculos envolvidos e os significados particulares de cada conceito. Portanto, conclui-se que a modelagem matemática se mostrou uma eficiente ferramenta de ensino de matemática no contexto do ensino médio.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Clube de Ciências. Qualidade da água.

1. Introdução

A matemática pode ser considerada uma ferramenta utilizada em muitas atividades humanas, uma vez que está presente em inúmeras práticas sociais, científicas e tecnológicas. Nesse sentido, sua relevância no cotidiano e no processo educativo é amplamente reconhecida. Almeida e Brito (2005) afirmam que, em diversos países, a disciplina Matemática é uma das que apresenta maior carga horária na formação inicial das crianças e dos jovens, o que evidencia seu papel central na formação de estudantes e na organização da sociedade contemporânea.

Mesmo diante dessa relevância, seu ensino nas escolas brasileiras ainda enfrenta inúmeros desafios, especialmente referente ao desinteresse dos jovens em querer estudá-la, bem como ao baixo rendimento de aprendizado. Sobre essa problemática, Fiorentini (1995) argumenta que o ensino de matemática, em muitos contextos escolares, permanece ancorado em uma perspectiva tecnicista, caracterizado pela alta valorização da utilização de técnicas e regras operatórias frequentemente desvinculadas de significados e contextualizações. Guerra et al. (2023) complementam, afirmando que a disciplina tem sido tradicionalmente trabalhada nas escolas por meio de métodos tradicionais, com aulas expositivas e exercícios em papel. Essa ênfase exclusiva em procedimentos técnicos, sem articulações com situações reais do cotidiano, totalmente descontextualizadas, pode produzir efeitos negativos nos estudantes e, principalmente, aversão à disciplina.

Em contraposição a esse modelo de ensino, Almeida e Dias (2004) defendem que o ensino de matemática deve emergir de fenômenos relacionados à realidade dos estudantes, o que é capaz de tornar as discussões mais dinâmicas, significativas e socialmente contextualizadas. É nesse cenário que a modelagem matemática se apresenta como uma importante estratégia pedagógica, uma vez que esta abordagem favorece a promoção de um ensino mais contextualizado, investigativo, dinâmico e motivador.

Além disso, conforme indicam Jacobini e Wodewotzki (2016), a modelagem matemática enquanto abordagem metodológica de ensino possibilita realizar explorações da matemática em situações do cotidiano, o que favorece a elaboração de modelos matemáticos pelos estudantes e aproxima os conteúdos escolares de contextos práticos e socialmente relevantes. Entendemos que essa abordagem contribui para o desenvolvimento da investigação e da reflexão crítica, o que é capaz de estimular processos de conscientização e de transformação social.

Partindo dessas considerações, apresentamos resultados e discussões acerca da aplicação de atividades de modelagem matemática no contexto de um clube de ciências, cujo objetivo foi abordar os conceitos estatísticos de média, de variância e de desvio padrão, relacionados à qualidade da água. Destaca-se ainda que o clube de ciências funcionou de março a dezembro e, neste trabalho, apresentamos um recorte, que foi entre maio e junho, momento em que as atividades associadas à matemática estiveram mais presentes. É importante frisar também que as atividades se fundamentaram em uma perspectiva sociocrítica da Modelagem Matemática e tiveram como finalidade identificar indícios de aprendizagem significativa dos conteúdos estatísticos trabalhados, bem como promover reflexões críticas acerca da qualidade da água na cidade em que a escola se localiza.

A perspectiva sociocrítica da modelagem matemática adotada parte das ideias de Barbosa (2001); isso porque, para o pesquisador, essa abordagem favorece a construção de um ambiente de aprendizagem que possibilita aos estudantes investigar e problematizar questões da realidade por meio de conhecimentos matemáticos e de articulações com outras áreas do saber. Ainda, segundo o pesquisador, essa perspectiva permite aos estudantes atribuírem sentido e significado sociais à matemática, utilizando-a como um instrumento para compreender e para problematizar situações do cotidiano. Azevedo (2007) complementa afirmando que a modelagem matemática, na perspectiva sociocrítica, privilegia a análise de questões inseridas em contextos sociais concretos, o que favorece uma compreensão crítica, pelos estudantes, de fenômenos presentes na realidade em que vivem.

Para este trabalho, optou-se por trabalhar os conceitos de média, de variância e de desvio padrão, uma vez que, conforme indicam Eugênio, Carvalho e Monteiro (2016), estes conteúdos apresentam ampla aplicabilidade em situações cotidianas, especialmente na análise e na interpretação de dados. A média representa um valor central de uma distribuição, enquanto a variância e o desvio padrão permitem compreender o grau de dispersão dos dados em relação a esse valor central.

Além disso, foram elaboradas questões associadas à qualidade da água, uma vez que, segundo De Figueiredo Martins et al. (2015), a água é um dos recursos fundamentais à vida, já que todas as formas de vida no planeta necessitam dela para suprir necessidades básicas, como na alimentação e na saúde, mas que, mesmo que se tenha esforços para um uso adequado de água, este recurso tem se tornado cada vez mais escasso e com qualidades inferiores em certas localidades. Portanto, discutir esse tema que, inclusive, permeia a esfera política, é de suma importância na formação crítica dos jovens estudantes para a compreensão dessas questões.

Assim, integraram-se aspectos da modelagem matemática em uma perspectiva sociocrítica e investigativa sobre a qualidade da água da cidade em que a escola estava situada. Esse caráter investigativo, para Carvalho (2018), permite que os estudantes pensem, argumentem, leiam, escrevam e exponham suas ideias fundamentadas, construídas ao longo da jornada de investigação. Ademais, a aplicação da atividade se deu de forma interdisciplinar, pois de acordo com Silva e Kato (2016), promover o tratamento de problemas originados da realidade dos jovens estimula o uso de argumentos matemáticos na construção de posicionamentos e de tomadas de decisão.

Ao longo do ano de 2024, os estudantes analisaram dados de caráter social da população da cidade, focalizando em dez diferentes bairros da cidade, bem como dados de arborização e de infraestruturas ambientais. Também analisaram a qualidade da água, por meio de testes físico-químicos, desses dez bairros. Em uma das etapas, foi

necessário usar elementos da estatística para buscar padrões determinantes, como a média, a variância e o desvio padrão dos indicadores de pH, de alcalinidade e de cloro.

Dessa forma, neste trabalho, apresentamos um recorte de uma atividade realizada, configurando-se como uma proposta de modelagem matemática, utilizando uma problemática social concreta, que é a qualidade da água que abastece diferentes bairros da cidade, a fim de discutir dados estatísticos. Assim, este recorte está associado ao que Fantinel et al. (2014) destacam como utilizar a matemática como ferramenta de interpretação e de análise crítica da realidade. Assim, por meio dos conceitos de média, de variância e de desvio padrão, os estudantes puderam analisar a qualidade da água que chegava em suas casas.

2. Percurso metodológico

Com o objetivo de atender às finalidades propostas nesta investigação, as atividades desenvolvidas foram analisadas por meio de uma abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso realizado no contexto de um clube de ciências vinculado a uma escola pública do interior do estado de São Paulo. As atividades do clube tiveram início em março de 2024, período em que foram definidos e discutidos os temas a serem trabalhados, finalizando-se em dezembro do mesmo ano, com a apresentação dos resultados na feira de ciências local. No presente trabalho, analisamos de forma específica atividades desenvolvidas e realizadas entre os meses de maio e junho de 2024, período em que os conteúdos matemáticos passaram a ser abordados de maneira mais frequente. Participaram dez estudantes do ensino médio matriculados em duas turmas de 3ª série e que se inscreveram neste clube, e e dois professores, um de matemática/ciências e outro de sociologia/história.

Segundo Ponte (1994), os estudos de caso caracterizam-se como uma investigação de natureza particularista, voltada à compreensão aprofundada de uma realidade específica. Nesse tipo de pesquisa, busca-se analisar situações concretas em seus contextos próprios, identificando aspectos relevantes ao objeto investigado e possibilitando uma descrição detalhada da realidade estudada. Além disso, ao compreender certas realidades e manifestações de professores e de estudantes, D'Ambrosio (2005) defende que a observação sistemática do comportamento dos indivíduos pertencentes a grupos investigados possibilita a atribuição de significados às suas ações cotidianas.

Com isso, nesta pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa, pautada, nas ideias de Bodgna e Biklen (1994), ou seja, na descrição dos acontecimentos e na análise de todo o processo desenvolvido, sem restringir-se somente aos resultados finais. Para tanto, foram adotados os seguintes procedimentos: (i) discussão teórica

acompanhada de exemplos de cálculos sobre média, variância e desvio padrão; (ii) realização das investigações sobre a qualidade da água nas residências nos bairros analisados e organização dos dados; (iii) cálculo da média, da variância e do desvio padrão a partir dos dados coletados; (iv) discussão dos dados obtidos; (v) reflexão e comparação entre os indicadores obtidos nos bairros, a fim de responder ao questionamento: *Há diferença entre a qualidade de água que abastece os diferentes bairros?*.

No que diz respeito à coleta de dados, utilizaram-se os registros feitos pelos professores ao longo da realização das dinâmicas, o diário de bordo do clube, o relatório do projeto bem como as atividades desenvolvidas pelos estudantes.

2.1 Descrição da prática

No primeiro encontro do clube voltado a discussões de assuntos associados à matemática, o professor apresentou aos estudantes os conceitos de média, de variância e de desvio padrão, de forma tradicional, com explicações realizadas no quadro. Em sequência, o professor propôs uma atividade, que consistia em aplicar esses conceitos referentes à altura de quatro prédios, sendo que, para isso, os estudantes deveriam calcular individualmente e, após dez minutos, compartilhar os resultados encontrados.

Finalizada essa etapa, o professor perguntou aos estudantes: "*Quais são as primeiras coisas que vêm à cabeça de vocês quando falamos sobre água?".* Para tanto, tinham que responder ao questionamento utilizando a ferramenta *Mentimeter*, considerando até duas respostas por aluno. Assim, foi elaborada uma nuvem de palavras que subsidiou as discussões posteriores.

Após a finalização dessa dinâmica, o professor propôs um conjunto de cinco questões para que os estudantes respondessem individualmente, sendo estas: 1) *A água que chega às nossas casas é própria para consumo? Como podemos saber?;* 2) *Quais características indicam que a água apresenta boa qualidade?;* 3) *Quais processos a água percorre desde sua captação até chegar às residências?;* 4) *Quais fatores podem comprometer sua qualidade ao longo desse percurso?;* 5) *A sociedade e o poder público têm garantido o tratamento e a distribuição adequados da água?.*

Após responderem individualmente, o professor propôs um debate acerca das concepções levantadas. Assim, foi lançado o seguinte questionamento: *De que forma a Matemática pode ser utilizada para analisar e verificar se a água que chega às nossas residências atende aos padrões de potabilidade estabelecidos para o consumo humano?.* Essa questão tinha como objetivo situar os estudantes nas interfaces entre a matemática e o problema analisado no contexto das investigações do clube.

Ao final deste encontro, o professor explicou a dinâmica aos estudantes. Cada estudante levou três tubos de ensaio para casa, com a finalidade de coletar as amostras de água de suas residências e levá-las na semana seguinte para realizar os testes na escola. Foi explicado também sobre a importância da higienização dos tubos e que não poderiam contaminá-los com outros elementos para não inviabilizar as amostras de água, sendo ideal coletá-las momentos antes de saírem de casa para irem à escola.

No segundo encontro, os estudantes levaram para a escola as amostras de água coletadas em suas residências e foram ao laboratório de ciências para realizarem as medições de pH, cloro (Cl) em mg/L e alcalinidade em ppm. O professor dialogou também com os estudantes acerca das unidades de medida e do conceito de volume, uma vez que notou que os estudantes apresentaram dificuldades iniciais no entendimento. Com os dados obtidos, estes foram anotados no portfólio do clube. Nos encontros seguintes, sendo estes o terceiro e quarto, novamente foram realizados tais procedimentos: os estudantes levaram para a escola amostras de água coletadas em suas residênciaspara que fossem analisadas no laboratório. Além disso, a pedido dos próprios estudantes, o professor fez uma retomada de como calcular média, desvio padrão e variância de um conjunto de dados, portanto, ressignificando no contexto das discussões do projeto.

Já no sexto encontro, foi feito o tratamento dos dados coletados, fazendo o cálculo da média, da variância e do desvio padrão. Como cada um dos estudantes era residente em bairros diferentes, comparamos os dados obtidos, dialogando sobre questões sociais e sobre a qualidade encontrada. Os bairros foram denominados com letras de A a J. Logo em sequência, foi dialogado sobre os dados levantados, conferido se tinham sido calculados corretamente.

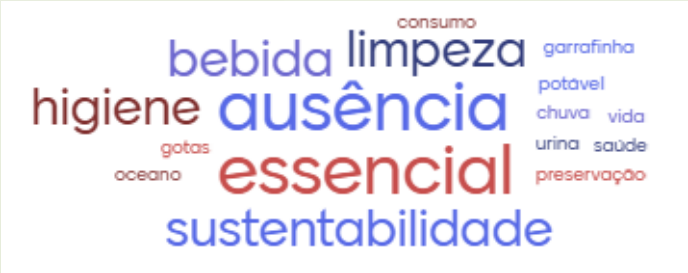
Ao final da atividade, o professor questionou os estudantes acerca da contribuição do processo para a apropriação dos conteúdos estatísticos trabalhados, solicitando que justificassem suas percepções. Cabe destacar que, por se tratar de atividades desenvolvidas no contexto de clubes juvenis, não foi aplicada uma prova ou teste específico para verificação conceitual imediata.

Entretanto, duas semanas após a realização da prática de modelagem, os estudantes realizaram uma avaliação na disciplina teórica de Matemática, aplicada pelo professor responsável pela disciplina, que não era o mesmo docente atuante no clube juvenil. Essa avaliação possibilitou analisar indícios de aprendizagem relacionados aos conteúdos abordados durante a prática de modelagem matemática.

3. Resultados e discussão

No primeiro encontro, ao dialogar com os estudantes sobre os conceitos matemáticos e estatísticos, elas afirmaram que possuem muita dificuldade na assimilação e que, mesmo que já tenham tido aulas desse assunto, não conseguiam compreendê-lo adequadamente. Justificaram também pertencerem a um clube de ciências humanas. Ao propor os exercícios a serem realizados individualmente, após a explicação dada pelo professor, notou-se que todos os estudantes apresentaram dificuldades na realização, sendo, portanto, necessária intervenção do professor, que fez uma retomada no exemplo dado anteriormente e, depois, realizou o exercício coletivamente. Depois disso, os estudantes afirmaram que estavam começando a entender. Logo em sequência, responderam sobre as ideias a respeito da água. A nuvem de palavras criada está representada na Figura 1.

Figura 1. Nuvem de palavras elaborada pelos estudantes



Fonte: Obtida pelos autores, 2024.

Conforme ilustra a Figura 1, houve uma diversidade muito expressiva das concepções levantadas pelos estudantes. Em destaque há, em primeiro lugar, as palavras *ausência*, *essencial* e, depois, *sustentabilidade*, *bebida*, *limpeza* e *higiene*. O motivo de terem colocado essas palavras é resultado das discussões iniciadas em meses anteriores no clube de ciências, isso porque os estudantes atestaram que, mediante o diálogo com outros professores e outros estudantes, bem como familiares e vizinhos em seus bairros, por mais que a água se mostre como um elemento essencial para a vida humana, esta tem ficado ausente nas residências em certos bairros e, algumas vezes, quando estava presente, apresentava qualidade duvidosa.

Após a resolução das questões propostas, o professor promoveu um momento de socialização das respostas, possibilitando que os estudantes explicitassem suas concepções acerca dos temas abordados. As discussões evidenciaram a compreensão de que o tratamento da água, por meio de etapas como coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, desempenha papel essencial na remoção de impurezas físicas, químicas e biológicas, contribuindo diretamente para a manutenção da saúde pública. Os estudantes também reconheceram a relevância do monitoramento contínuo da qualidade da água, por meio de análises de pH, da concentração de

substâncias químicas e da detecção de micro-organismos potencialmente patogênicos. Desse modo, as falas indicaram o entendimento de que a gestão e o controle sistemático dos processos de tratamento são fundamentais para assegurar padrões adequados de potabilidade e de segurança sanitária.

Observou-se que os estudantes demonstravam, portanto, compreender a importância da água. Ao serem questionados sobre a aplicação da matemática nesse contexto, afirmaram que ela poderia ser utilizada na tabulação e na análise dos dados relacionados à qualidade da água. Diante disso, o professor explicou que medidas estatísticas, como média, variância e desvio padrão, poderiam ser empregadas na análise das amostras de água, possibilitando compreender as variações presentes nos dados coletados.

Durante o segundo, terceiro e quarto encontros, ao levarem as amostras para a escola, os estudantes realizaram no laboratório de ciências as análises de pH, cloro e alcalinidade. Já no sexto encontro, os estudantes realizaram cálculos dos dados obtidos, os quais são explicitados na Tabela 1.

Tabela 1: Dados calculados pelos estudantes

		Indicadores	
Bairros	**pH**	**Cloro (Cl) em mg/L**	**Alcalinidade em ppm**
A	7,4 ± 0,1	0,5 ± 0,4	40 ± 16
B	6,8 ± 0,2	0,5 ± 0,5	100 ± 16
C	7,2 ± 0,1	1 ± 0	100 ± 0
D	7,4 ± 0,2	0,5 ± 0,4	20 ± 23
E	7,2 ± 0,1	1 ± 0	100 ± 0
F	7,2 ± 0,1	1 ± 0	100 ± 0
G	6,8 ± 0,3	0,5 ± 0,5	100 ± 23
H	6,8 ±0,3	0,5 ± 0,5	80 ± 0
I	7,2 ± 0,1	1 ± 0	100 ± 0
J	6,8 ± 0,2	1 ± 0	100 ±16

Fonte: Obtido pelo primeiro autor, 2024.

Os dados ilustrados na Tabela 1 revelam que houve variação entre os valores obtidos pelos estudantes. Em relação aos valores de pH, observamos variação entre 6,8 e 7,4, mantendo-se próximos à neutralidade em todos os bairros. As variações foram pequenas e os desvios-padrão baixos (entre ±0,1 e ±0,3), indicando estabilidade nas medições, bem como ausência de discrepâncias significativas. Já em relação à

quantidade de cloro, nota-se que nos bairros C, E, F, I e J houve concentração média de 1 mg/L, sem variação entre as amostras, enquanto nos demais houve registro de 0,5 mg/L, acompanhado de alta variabilidade, sugerindo, assim, desigualdade na dosagem ou na manutenção do teor de cloro. Em relação à alcalinidade, houve variação de 20 a 100 ppm, sendo, portanto, o parâmetro que apresentou maior heterogeneidade entre os bairros. Essas variações podem ser resultantes de inadequações nas medições realizadas pelos próprios estudantes, manualmente.

Todos os bairros apresentaram valores de pH e concentração de cloro em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde do Brasil (2021). Entretanto, o bairro D apresentou índices de alcalinidade abaixo do recomendado. Esses resultados suscitaram intensas discussões entre os estudantes, especialmente porque os bairros com menores indicadores de qualidade da água, como os bairros A e D, também correspondem a regiões com maior vulnerabilidade social e econômica. Desse modo, a análise dos dados promoveu reflexões acerca das questões sociais relacionadas ao abastecimento de água no município, despertando inquietações e debates entre os alunos.

Essa investigação, com análises provenientes do contexto real em que os estudantes moravam, favoreceu que problematizações de ordem social fossem realizadas, o que fortaleceu o desenvolvimento da criticidade entre os estudantes, notando que os números não são neutros, pelo contrário, revelam realidades sociais concretas, passíveis de críticas e de problematizações. Quanto a isso, D'Ambrosio (1996) destaca que a matemática, quando trabalhada de forma contextualizada, possibilita uma leitura crítica do mundo, e para Skovsmose (2000), esse diálogo promove reflexões de como os dados e os modelos matemáticos estão associados a indicadores sociais e como estão inseridos nas políticas.

Ao serem questionados sobre a compreensão dos conceitos matemáticos e estatísticos trabalhados, os estudantes afirmaram que a atividade possibilitou uma melhor assimilação dos conteúdos, uma vez que puderam visualizar, na prática, a importância da matemática na resolução de questões do cotidiano. Além disso, destacaram que os conceitos estudados podem ser aplicados em diferentes contextos.

Os alunos também ressaltaram que a abordagem metodológica de ensino mais dinâmica, descontraída e pautada no diálogo coletivo contribuiu para diminuir a ansiedade em relação à aprendizagem da Matemática. Segundo eles, o fato de não estarem sendo avaliados formalmente no contexto do clube juvenil favoreceu uma participação mais ativa, sem receio de questionar ou esclarecer dúvidas, pois compreender os conteúdos era necessário para discutir e para interpretar os dados coletados. Destacaram, ainda, que a matemática, por meio dos cálculos, das tabelas,

dos gráficos e das análises, permitiu que estes fizessem comparações mais precisas acerca da realidade.

No contexto do clube de ciências, não houve aplicação de um exame formal. Mas, duas semanas após as atividades, na disciplina Matemática, houve aplicação de um exame contendo questões sobre o assunto, e os estudantes do clube, que anteriormente alegaram não conseguir realizar os cálculos, bem como apresentaram dificuldade no primeiro encontro, conseguiram acertar todas as questões da prova, o que a eles trouxe grande satisfação e felicidade. Ao apresentar os resultados ao professor do clube, os estudantes atribuíram o resultado de terem ido bem à atividade realizada no clube, porque foi um espaço mais dinâmico de compartilhamento de ideias e sem pressão para aprendizado.

Esses resultados vão ao encontro das discussões apresentadas por Santos (2024), o qual argumenta que investigações vinculadas a contextos reais no ensino de Matemática contribuem para tornar a aprendizagem mais significativa, além de fortalecer o processo de construção do conhecimento.

De modo semelhante, tais evidências também confirmam as contribuições de Meneghetti, Lamim Netto e Zuffi (2021), que, ao analisarem a resolução de problemas, observaram que a integração entre os conhecimentos matemáticos e o contexto sociocultural dos estudantes favorece a compreensão da Matemática como uma ferramenta para interpretar e resolver situações do cotidiano, promovendo uma aprendizagem mais consistente e significativa.

Logo, a modelagem matemática possibilitou uma apropriação mais consistente dos conceitos matemáticos trabalhados, uma vez que os estudantes puderam relacioná-los diretamente com situações investigadas ao longo das atividades. Esse processo favoreceu a compreensão dos significados envolvidos nos procedimentos estatísticos, superando uma abordagem meramente operacional e contribuindo para uma aprendizagem mais contextualizada. Assim, a dinâmica metodológica de ensino, utilizando a modelagem matemática, conforme indica Barbosa (2001), fortaleceu uma apropriação dos conceitos matemáticos, evidenciando que essa abordagem pode ser potenciadora da aprendizagem.

Além disso, ao mobilizarem os conceitos na resolução das situações propostas, os estudantes demonstraram maior familiaridade com as ideias matemáticas e estatísticas abordadas, evidenciando que a aprendizagem ocorreu de forma progressiva e articulada ao desenvolvimento das atividades investigativas. Dessa forma, a modelagem matemática se mostrou uma abordagem metodológica de ensino que representa uma estratégia pedagógica eficaz, capaz de fortalecer a compreensão conceitual e promover maior sentido ao conhecimento matemático construído.

4. Conclusões

Os principais resultados da presente investigação evidenciam que a utilização da modelagem matemática no contexto investigado favoreceu o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de média, de variância e de desvio padrão, uma vez que, ao trabalharem com uma problemática real e próxima de suas vivências, os estudantes conseguiram estabelecer relações mais consistentes entre os conceitos estatísticos e suas aplicações, o que favoreceu uma aprendizagem mais ativa e contextualizada.

Observa-se que a abordagem metodológica de ensino adotada possibilitou não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também o desenvolvimento de uma postura mais investigativa e crítica diante dos dados analisados. Nesse sentido, os estudantes passaram a atribuir maior sentido aos procedimentos matemáticos e estatísticos, compreendendo-os como ferramentas de interpretação da realidade e não apenas como técnicas isoladas.

Dessa forma, conclui-se que a modelagem matemática se mostrou uma estratégia pedagógica eficiente no ensino de Matemática no ensino médio, especialmente ao promover a articulação entre teoria e prática e ao favorecer a construção de conhecimentos de maneira mais significativa. Além disso, a experiência educativa reforçou o potencial dessa abordagem para estimular o engajamento dos estudantes e ampliar sua compreensão crítica sobre os fenômenos estudados.

Em relação às limitações, destaca-se a necessidade de criação de grupos controle, sendo estudantes participantes da ação do clube, e outros não, e averiguação de aprendizagens antes e após as dinâmicas para atestar realmente se a modelagem matemática foi um elemento relevante para a promoção de aprendizagens significativas.

5. Referências bibliográficas

ALMEIDA, L. M. W. de; BRITO, D. dos S. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 483–498, 2005.

ALMEIDA, L. M. W. de; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 17, n. 22, p. 19–35, 2004.

AZEVEDO, L. C. S. S. A constituição de “ser professor” em Campinas-SP nas primeiras décadas do século XX: memórias de um passado glorioso. **Horizontes**, Bragança Paulista, v. 25, n. 2, p. 137–146, 2007.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5–23, 2001.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação.** 1. ed. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2021.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

D'AMBROSIO, U. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99–120, 2005.

DE FIGUEIREDO MARTINS, G. A. et al. Estudo epidemiológico e da qualidade da água em uma escola de ensino fundamental do município de Uberlândia, Minas Gerais: aspectos ambientais e sociais. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 14, n. 2, 2015.

EUGÊNIO, R. S.; CARVALHO, L. M. T. L.; MONTEIRO, C. E. F. Média aritmética em diferentes situações: identificando níveis de interpretação de estudantes do Ensino Fundamental. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 18, n. 3, 2016.

FANTINEL, P. A. et al. Modelagem matemática e educação ambiental: economia de água em atividades do dia a dia. In: **Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática**, 4., Curitiba. Anais… Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. **Zetetiké**, Campinas, v. 3, n. 4, p. 1–37, 1995.

GUERRA, A. de L. e R. et al. Inovação e matemática: como as tecnologias estão revolucionando o ensino. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 8, p. 2298–2306, 2023.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma reflexão sobre modelagem matemática no contexto da educação matemática crítica. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 19, n. 25, p. 1–16, 2006.

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

SANTOS, A.M. dos. Aprendizagem baseada em projetos como estratégia pedagógica nas aulas de matemática. **Revista Científica FESA**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 13, p. 14-25, 2024.

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

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica:** a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2000.