



Edição Especial

X Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática
Universidade Estadual do Norte do Paraná – Cornélio Procopio (PR), 2024

INDÍCIOS DE ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS DE ESTUDANTES EM UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

*INDICATORS OF STUDENTS' METACOGNITIVE STRATEGIES IN A
MATHEMATICAL MODELING ACTIVITY IN ELEMENTARY SCHOOL*

Guilherme Zanette¹
Rodolfo Eduardo Vertuan²

Resumo

Este estudo tem como intenção identificar indícios de estratégias metacognitivas mobilizadas por estudantes de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental de um colégio estadual do norte do Paraná, durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. Neste contexto, investiga: *quais estratégias metacognitivas se manifestam na resolução de uma atividade de Modelagem Matemática em uma turma do sétimo ano do Ensino Fundamental?* O tema da atividade de Modelagem foi o desperdício de água decorrente do descarte da água da garrafa de uso individual, quando os alunos jogam o restante fora para encher com água gelada. Para a coleta de informações na atividade, foi utilizado um copo medidor e um balde graduado e, na sequência, os alunos formularam problemas e os resolveram. Após a apresentação dos resultados da atividade à turma, os alunos responderam a um questionário, que serviu como instrumento para a geração dos dados analisados neste artigo. Verifica-se que as atividades de Modelagem Matemática constituem uma possibilidade para a mobilização das estratégias metacognitivas dos alunos, sejam elas de planejamento, monitoramento ou avaliação. O presente artigo é uma versão ampliada do trabalho apresentado no X Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática e considerou, para isso, as discussões realizadas durante sua apresentação no evento.

Palavras-chave: Educação Matemática; Metacognição; Aprendizagem.

¹ Pós-graduado, mestrando na UTFPR-Londrina.

² Doutor, professor do magistério superior da UTFPR-Toledo.



X EPMEM

Encontro Paranaense de Modelagem
na Educação Matemática

Abstract

This study aims to identify evidence of metacognitive strategies employed by students from a 7th-grade class at a public school in northern Paraná, Brazil, during the development of a Mathematical Modeling activity. Within this context, the central research question is: *What metacognitive strategies emerge during the resolution of a Mathematical Modeling activity by 7th-grade students?* The modeling task addressed the issue of water waste resulting from students discarding the remaining water from their personal bottles to refill them with cold water. Data collection involved the use of a measuring cup and a graduated bucket, followed by the formulation and resolution of problems by the students. After presenting their results to the class, the students responded to a questionnaire, which served as the primary data source for the analysis conducted in this study. Findings indicate that Mathematical Modeling activities can serve as meaningful opportunities for the development of students' metacognitive strategies, particularly those related to planning, monitoring, and evaluation. This article presents an extended version of the work previously submitted to the 10th Paranaense Meeting on Modeling in Mathematics Education, incorporating the discussions and feedback gathered during the event.

Keywords: Mathematics Education; Metacognition; Learning.

Introdução

Diante das dificuldades na escola e do desinteresse pelas aulas, engajar os alunos e buscar meios de aprimorar a aprendizagem tem sido um objetivo comum dos docentes. Neste contexto, as aulas de matemática precisam ser repensadas e irem além do modelo, comumente, chamado de tradicional. Compartilhamos da ideia de que para envolver os alunos é necessário despertar o interesse deles nas atividades que propomos e discutir, também, aplicações dos conteúdos estudados.

Segundo Schrenk e Vertuan (2022, p. 28), a Modelagem Matemática é uma possibilidade para isso e pode ser entendida como “[...] uma prática pedagógica, realizada no âmbito de um grupo, que tem como objetivo colocar os alunos em movimento de investigação de uma situação aberta, não necessariamente matemática, com recursos matemáticos (conceitos, estratégias e modelos)”.

As atividades, desenvolvidas utilizando situações abertas, permitem que os alunos interpretem o problema de diferentes formas, construindo hipóteses e dando diferentes encaminhamentos, diante de seus conhecimentos e intenções.

Uma das características da utilização da Modelagem Matemática em sala de aula é que ela permite trabalhar com informações e problemas reais. Assim, os alunos têm a possibilidade de conhecer aplicações da matemática em contextos que, muitas vezes, interessam para eles e, por conta disso, podem se envolver mais na resolução

dos problemas. Acredita-se que a proximidade do problema com a vida cotidiana dos alunos aumenta sua identificação e, isso, desperta maior curiosidade e iniciativa em encontrar uma solução.

A metacognição, por sua vez, aparece como uma possibilidade de autorregulação da aprendizagem no desenvolvimento do conhecimento dos alunos. É por meio do aprender e de como aprimorar e potencializar essa aprendizagem que o aluno otimiza seu rendimento e desenvolve estratégias para auxiliar sua própria aprendizagem (Vertuan, 2013). Para Ribeiro (2003), a metacognição se apresenta no conhecimento do próprio conhecimento, considerando a avaliação, regulação e organização dos próprios processos cognitivos.

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo identificar indícios de estratégias metacognitivas mobilizadas por estudantes de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental de um colégio estadual do norte do Paraná, durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. O primeiro autor é professor regente da turma. Nossa intenção é responder, a partir da investigação: *Quais estratégias metacognitivas se manifestam na resolução de uma atividade de modelagem matemática em uma turma do sétimo ano do Ensino Fundamental?*

O tema escolhido para a atividade foi o desperdício de água, mais especificamente, o desperdício advindo da água de garrafinhas de uso individual dos alunos quando jogam o que sobra para enchê-las com nova remessa de água gelada. A coleta de informações via experimentação ocorreu em um período de clima quente na cidade. Além de apresentar os resultados encontrados, avaliamos também o *feedback* dos alunos quanto à coleta de informações, desenvolvimento da atividade e o envolvimento do grupo.

Modelagem Matemática em uma perspectiva da Educação Matemática

A Modelagem Matemática, inserida no contexto da Educação Matemática, tem se consolidado como uma abordagem didático-pedagógica capaz de enfrentar os desafios contemporâneos do ensino, sobretudo aqueles relacionados à desigualdade social e à dificuldade de acesso ao conhecimento escolar. Conforme apontam Silva, Duarte e Vertuan (2022), os modelos tradicionais de ensino frequentemente falham em promover a participação ativa dos estudantes, especialmente em contextos marcados por vulnerabilidades. Nesse sentido, os autores defendem que a

Modelagem Matemática, ao se comprometer com uma formação mais integral desde os anos iniciais da escolarização, favorece tanto a compreensão de conceitos matemáticos quanto a leitura crítica da realidade vivida pelos alunos. Ou seja, ela amplia as possibilidades de aprendizagem ao colocar o conhecimento matemático em diálogo com temas significativos para os sujeitos envolvidos no processo educativo.

Essa articulação entre matemática e realidade é evidenciada por Fadin (2021), que ressalta como a Modelagem Matemática pode funcionar como uma ponte entre os conteúdos escolares e os contextos nos quais os alunos estão inseridos. Ao tratar de situações-problema ancoradas no cotidiano, os estudantes têm a oportunidade de atribuir sentido ao que aprendem, desenvolvendo não apenas habilidades matemáticas, mas também competências investigativas, críticas e criativas. Complementarmente, Seki, Martins e Almeida (2022) destacam que a Modelagem envolve a construção de modelos matemáticos como instrumentos para compreender e, quando possível, propor soluções para problemas reais. Esse processo mobiliza os alunos a observarem com atenção a realidade, selecionarem informações relevantes, organizarem dados e testarem hipóteses. Como enfatiza Setti (2017), trabalhar com dados reais e problemas concretos favorece o interesse dos alunos, despertando neles a motivação necessária para buscar caminhos de solução e, assim, atribuir funcionalidade à matemática aprendida em sala.

Para que a Modelagem Matemática ocorra de forma estruturada e coerente com os princípios da Educação Matemática, crítica e reflexiva, é necessário considerar a dinâmica de suas fases. De acordo com Almeida, Silva e Vertuan (2013), as atividades de Modelagem podem ser compreendidas a partir de quatro fases: inteiração matematização; resolução; interpretação dos resultados e validação.

A fase de inteiração propicia a aproximação inicial com o problema, permitindo a construção coletiva de significados. Em seguida, na matematização, busca-se traduzir o problema do mundo real para uma linguagem matemática, por meio da definição de variáveis, hipóteses e relações. A etapa de resolução envolve a aplicação de conhecimentos matemáticos para solucionar o problema matemático formulado. Posteriormente, os resultados são interpretados à luz da situação inicial, sendo, então, submetidos a um processo de validação, em que se verifica a pertinência do modelo elaborado e das soluções obtidas.

Importante destacar, conforme Vertuan e Almeida (2016), que essas fases não seguem necessariamente uma sequência linear. O processo de Modelagem é

cíclico e flexível, permitindo revisões, retornos e ajustes sempre que necessário. Essa característica reforça o caráter investigativo e formativo da Modelagem, posicionando o aluno como sujeito ativo em sua aprendizagem matemática.

Metacognição na aprendizagem

Para Flavell (1987), a capacidade de autorregulação dos processos cognitivos é definida como metacognição e é por meio dela que o ser humano toma consciência de seus pensamentos e ações. Assim, a metacognição se apresenta como a “cognição da cognição”, ou seja, um processo no qual o sujeito desenvolve meios para aprender e supervisionar sua própria aprendizagem.

Esse monitoramento ocorre por meio de ações e interações entre alguns componentes, denominados por Flavell (1979) como conhecimento metacognitivo, experiências metacognitivas, objetivos e estratégias cognitivas. O conhecimento metacognitivo refere-se à compreensão que uma pessoa tem sobre suas próprias capacidades cognitivas, os tipos de tarefas que enfrenta e as estratégias que podem ser utilizadas para alcançar determinado objetivo. Por exemplo, um indivíduo com bom domínio desse tipo de conhecimento pode estar ciente de que tem dificuldade para memorizar nomes, mas sabe que pode superar essa limitação adotando métodos como anotar os nomes ou repeti-los em voz alta. As experiências metacognitivas correspondem às percepções conscientes que ocorrem durante a realização de uma tarefa cognitiva, podendo envolver tanto aspectos cognitivos quanto afetivos. Perceber que compreendeu um conteúdo após relê-lo é um exemplo desse tipo de experiência.

Os objetivos referem-se às metas estabelecidas pelo indivíduo ao se envolver em uma atividade cognitiva. Essas metas podem ser definidas antes da execução da tarefa ou surgir no decorrer da sua realização. Resolver uma questão matemática ou produzir um texto escrito são exemplos de finalidades que orientam a ação cognitiva. As estratégias, por sua vez, consistem nos métodos ou planos utilizados para atingir os objetivos estabelecidos e solucionar problemas. Elas podem variar conforme a natureza da tarefa e as características individuais do sujeito. Por exemplo, um estudante pode decidir fazer um resumo para compreender melhor determinado conteúdo.

Flavell (1979) destaca que esses quatro componentes estão em constante interação. O conhecimento metacognitivo orienta a escolha de estratégias adequadas; as experiências metacognitivas fornecem feedback sobre o desempenho e a eficácia das estratégias adotadas; e os objetivos estabelecidos pelo sujeito influenciam tanto a seleção das estratégias quanto o monitoramento e a avaliação do progresso alcançado.

Para Almeida, Castro e Gomes (2021), a regulação da cognição permite o controle do processo de aprendizagem, sua organização e a avaliação global desse processo. Essas ações resultam em três estratégias: planejamento, monitoramento e avaliação. No momento do planejamento, são definidas as metas e as estratégias a serem utilizadas na resolução da atividade; durante o monitoramento, é possível identificar e corrigir erros, ajustando o desenvolvimento da tarefa; e, por fim, na avaliação, os resultados são analisados e a aprendizagem é otimizada, com reavaliação das estratégias utilizadas e verificação do alcance dos objetivos propostos.

Com o objetivo de identificar as estratégias metacognitivas utilizadas por estudantes na resolução de atividades de Modelagem Matemática, Almeida, Castro e Gomes (2021) elaboraram o Quadro 1, associando a regulação da cognição às estratégias metacognitivas no desenvolvimento dessas atividades.

Quadro 1: Estratégias metacognitiva em atividades de Modelagem Matemática

ESTRATÉGIAS METACOGNITIVAS DOS ALUNOS	
Planejamento	1. Decide o que é importante para fazer a abordagem matemática de uma situação da realidade.
	2. Define os objetivos da atividade antes de iniciar seu desenvolvimento.
	3. Planeja a resolução do problema levando em consideração diferentes possibilidades que podem viabilizá-la.
	4. Identifica conteúdos e procedimentos que podem ser úteis a partir de relações com situações anteriores.
	5. Busca, em sua estrutura cognitiva, elementos para matematizar a situação.
	6. Simplifica e organiza os dados coletados, tendo em vista aqueles necessários para resolver o problema proposto.
	7. Estabelece os passos a serem seguidos na condução da atividade.
Monitoramento	8. Reconhece a finalidade do modelo matemático para o estudo da situação da realidade.
	9. Admite que é necessário formular hipóteses e fazer simplificações na atividade.
	10. Muda de estratégia ou pede ajuda quando reconhece não entender algo ou não consegue prosseguir com a atividade.
	11. Faz verificações pontuais em vários momentos do desenvolvimento da atividade.
	12. Cria exemplos análogos e utiliza linguagem coloquial para explicar estratégias de resolução ou tornar suas escolhas mais adequadas para a atividade.
	13. Identifica erros e aplica uma nova estratégia para corrigi-los.
	14. Discute, com os colegas, estratégias para construir o modelo, estabelecendo comparações com outros já estudados ou mesmo com os que seus colegas sugeriram.

Avaliação	15. Identifica quando o modelo construído não é adequado e então investe na construção de um novo modelo.
	16. Realiza ajustes e correções quando identifica equívocos ou distorções em relação ao conhecimento matemático.
	17. Verifica se seus resultados finais correspondem às condições do problema.
	18. Reconhece que haveria outras maneiras de conduzir o desenvolvimento da atividade depois de terminá-la.

Fonte: Adaptado de Almeida, Castro e Gomes (2021)

O Quadro 1 é utilizado, nesta pesquisa, como referência para a realização das análises. Para analisar as estratégias metacognitivas durante a resolução de uma atividade de Modelagem Matemática, é necessário o constante monitoramento das discussões e hipóteses levantadas durante a resolução. Para Castro e Almeida (2021), os aspectos metacognitivos podem ser vislumbrados nas revisões realizadas e na regulação do conhecimento. É durante a resolução que a aprendizagem ocorre, ao testar hipóteses e realizar verificações dos resultados obtidos.

Considerando que as atividades de Modelagem têm como característica a sua resolução em grupos, as estratégias metacognitivas dos integrantes tem um papel fundamental na regulação do conhecimento por meio das ideias compartilhadas. Portanto, as práticas de monitoramento ocorrem de forma coletiva. Vertuan e Almeida (2016) denominam este fenômeno como metacognição social.

Encaminhamentos Metodológicos

A pesquisa, de caráter qualitativo, foi realizada com uma turma de 7º ano do Colégio Estadual Cívico Militar Hugo Simas, composta por 32 alunos, partindo de uma atividade de Modelagem Matemática. No dia do desenvolvimento da atividade, 30 alunos estavam presentes. Para manter os nomes dos alunos em sigilo e facilitar a análise dos registros escritos e dos questionários utilizados, cada aluno foi identificado pela letra A seguida de um número de 01 a 30. A coleta de dados teve duração de duas semanas e foi supervisionada pelo pesquisador, também professor da turma.

Em conversa com a turma, explicou-se que os alunos desenvolveriam uma atividade com uma configuração diferente do que estavam habituados e que um tema deveria ser escolhido. Assuntos como celular, tempo de intervalo e futebol foram citados, mas a turma escolheu o tema desperdício de água.

Após a atividade, os alunos responderam um questionário relacionado à resolução empreendida e as respostas foram avaliadas frente às estratégias de

regulação apresentadas no Quadro 1. As perguntas abertas foram desenvolvidas com o intuito de obter um feedback da atividade e identificar indícios de estratégias metacognitivas mobilizadas no desenvolvimento da atividade. As perguntas foram: i) Como avalia a maneira como os dados foram coletados? Alguma sugestão para melhoria? ii) Como avalia o grupo ter escolhido o problema a ser investigado? iii) Durante a resolução, existiu algum momento que o grupo notou que estava indo por uma direção que não resolveria o problema e foi preciso recomeçar alguma etapa? iv) Aprendeu algum conceito que não sabia durante a atividade? v) Para você, o que justifica a diminuição da água no balde com o passar dos dias? vi) Acredita que, após a atividade, os alunos passaram a desperdiçar menos? vii) Escreva o que achou da atividade de maneira geral, pontos positivos e negativos.

Para a análise das respostas dos alunos, buscamos identificar estratégias metacognitivas utilizadas pelos alunos, comparando as respostas dos alunos ao questionário às estratégias metacognitivas apresentadas no Quadro 1.

Desenvolvimento da Atividade: Desperdício de água das garrafinhas

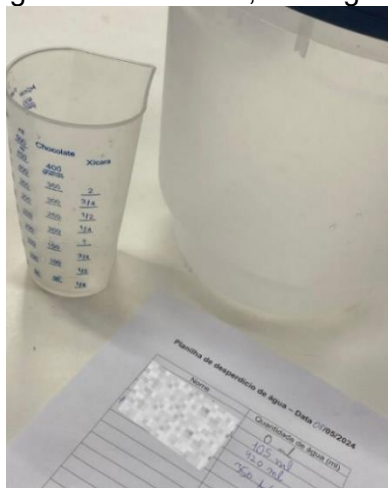
A escolha da temática da atividade partiu de um diálogo com os alunos sobre quais situações cotidianas poderiam ser analisadas sobre a perspectiva matemática. Alguns alunos levam garrafa de água e, frequentemente, pedem para trocar a água da garrafa por estar quente, jogando essa água fora e colocando água fria na garrafa para uso. Deste modo, após uma pergunta do professor/pesquisador sobre a frequência que os alunos trocam a água das garrafinhas, esta foi a temática escolhida para a atividade. A ideia inicial era calcular o desperdício anual da turma, mas, no dia da definição da pergunta a ser respondida, as diferentes sugestões dos grupos se mostraram uma possibilidade de diferentes direcionamentos com os dados coletados.

Para a coleta de dados os alunos tiveram à disposição um copo graduado medidor de 500 ml, um balde graduado de 5 litros, uma planilha e uma caneta, visando registrar o desperdício de água. O copo possuía marcações a cada 50 ml e o balde a cada 500 ml. A planilha foi classificada por data e possuía duas colunas, uma identificada por nome e a outra pela quantidade de água em mililitros (ml).

Quando os alunos solicitavam a troca da água, eles despejavam o conteúdo da garrafa em um copo medidor, registrando na planilha a quantidade que jogariam fora antes de buscar água gelada, conforme ilustrado na Figura 1. Além dos dados

registrados na planilha, os alunos também foram instruídos a anotar no caderno o volume de água despejado no balde. No final de cada dia, o volume de água no balde era registrado para comparação com a planilha e o balde era esvaziado.

Figura 1: Copo graduado medidor, balde graduado e planilha



Fonte: Arquivo do professor.

Durante a primeira semana de coleta de dados, de 29/04/24 a 03/05/2024, observou-se que os alunos estavam entusiasmados em realizar as medições e participar da coleta de dados. No entanto, esse entusiasmo levou a um aumento no desperdício de água, apesar das orientações para manter a rotina usual, independentemente do experimento. Como resultado, as medidas da primeira semana foram descartadas por não representar o desperdício real. Na segunda semana, de 06/05/24 a 10/05/2024, a frequência com que os alunos pediam para trocar a água voltou ao normal, semelhante ao período anterior ao início das medições, tornando essa semana a adequada para empreender a análise.

Na semana seguinte, com os dados coletados, o professor solicitou aos alunos que se dividissem em grupos de três a cinco integrantes e discutissem o que poderia ser calculado a partir das informações obtidas. Formaram-se sete grupos, numerados de G1 a G7. A proposta inicial era estimar o volume de água desperdiçado pelo colégio usando os dados da turma. No entanto, como os grupos apresentaram ideias diferentes, foram orientados a definir suas próprias perguntas (Quadro 2) e a compartilhar os resultados com a turma. Para auxiliar, o professor disponibilizou as planilhas com os dados da última semana.

Quadro 2: Perguntas definidas pelos grupos sobre a temática escolhida

Grupo	Quantidade de alunos	Pergunta
G1	5	Quanto é desperdiçado, em média, por um aluno em um período de um ano letivo?
G2	3	De quanto é o desperdício de água entre duas pessoas? Como pequenos desperdícios por dia afetam?
G3	5	Quanto que 4 turmas gastam de água em um ano letivo?
G4	5	Quantos litros de água nós desperdiçamos em um dia, uma semana e um ano?
G5	4	Quantos litros de água o colégio desperdiçou durante o ano letivo?
G6	4	Quanto nossa sala gasta em uma semana?
G7	4	Quanto uma pessoa gasta de água ao dia?

Fonte: Da pesquisa

Durante a resolução de G1, A12 perguntou sobre como poderia calcular a média diária do desperdício, apresentando estratégias metacognitivas de planejamento ao identificar conteúdos e procedimentos que podem ser úteis a partir de relações com situações anteriores, estratégia apresentada no Quadro 1. Então o professor adiantou ao grupo a definição de média aritmética simples e como eles poderiam utilizar esse conceito para ajudar a resolver o problema definido por eles. O grupo concluiu a atividade multiplicando a média diária pela quantidade de dias letivos. Por fim, o grupo dividiu o valor por 30 quantidade de alunos na sala, calculando assim o desperdício individual anual dos alunos, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Resultados do grupo G1

Cálculo Efetuado: Coletamos os dados de 5 dias sobre o desperdício efetuado pelos alunos. Logo após dividimos esse número por 5 descobrindo a média. Depois fizemos esse número multiplicado pela quantidade de dias letivos no ano (ou seja, 200 dias). Então fizemos esse número dividido por 32 (ou seja, a quantidade de alunos).
 Ene então seria a média de desperdício efetuado por um aluno individual.
 5820 ml
 Resultado: ~~4267,5~~ ml são gastos por 1 aluno em um período de um ano letivo.

“Cálculo Efetuado: Coletamos os dados de 5 dias sobre o desperdício efetuado pelos alunos. Logo após dividimos esse número por 5 descobrindo a média. Depois fizemos esse número multiplicado pela quantidade de dias letivos no ano (ou seja, 200 dias). Então fizemos esse número dividido por 32 (ou seja, a quantidade de alunos). Esse então seria a média de desperdício efetuado por um aluno individual”

Fonte: Relatório dos alunos

O grupo G2 considerou os alunos A11 e A30 para que, comparando os desperdícios individuais, conseguissem mostrar à turma a diferença no desperdício anual de dois alunos diferentes. O grupo definiu um dia de coleta de dados e multiplicando o valor, calculou o desperdício semanal, mensal e anual. Os resultados são apresentados na Figura 3 e 4 e validam a hipótese investigada pelo grupo.

Figura 3: Resultados do grupo G2

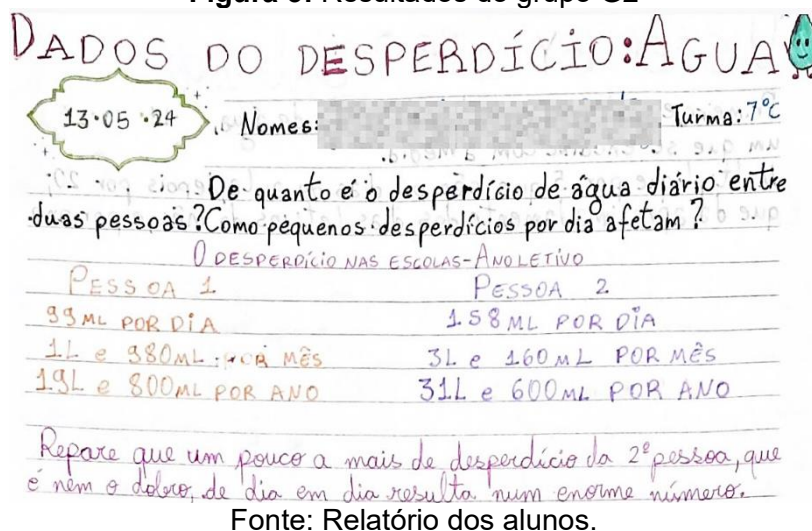
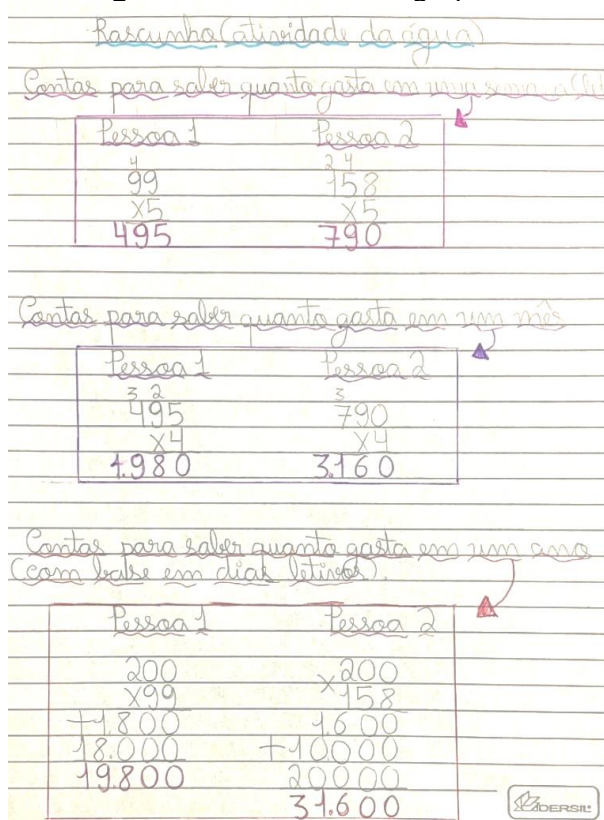


Figura 4: Resultados do grupo G2



O grupo G3 partiu da hipótese de que todos os sétimos anos teriam o mesmo desperdício e, com isso, definiu que o desperdício das quatro turmas de sétimos anos seria o quádruplo do desperdício da própria turma. Os alunos somaram os valores das planilhas e multiplicam por 200 (dias letivos). Neste momento, os alunos tiveram dificuldade em diferenciar o desperdício semanal e diário, fazendo com que não conseguissem concluir a atividade. Após a resolução das atividades, os grupos apresentaram à turma os resultados obtidos e, nesta situação, notou-se que alguns encaminhamentos utilizados por este grupo levaram a conclusões equivocadas, por isso o grupo foi orientado a refazer os cálculos multiplicando o valor semanal encontrado por 40 (semanas com 5 dias letivos).

O grupo G4 se limitou a definir apenas o desperdício dos integrantes do grupo, portanto, preferiu não utilizar os dados das planilhas e priorizar as anotações no caderno. Na apresentação à sala, notou-se que o desperdício do grupo foi superior ao da turma, o que apontava para algum equívoco. O professor/pesquisador pediu para que os alunos mostrassem os dados e, neste momento, notou que eles não dividiram os dados coletados das duas semanas, fazendo com que somassem o desperdício desde o começo da atividade. Após explicação, o grupo organizou os dados semanalmente e concluiu a atividade.

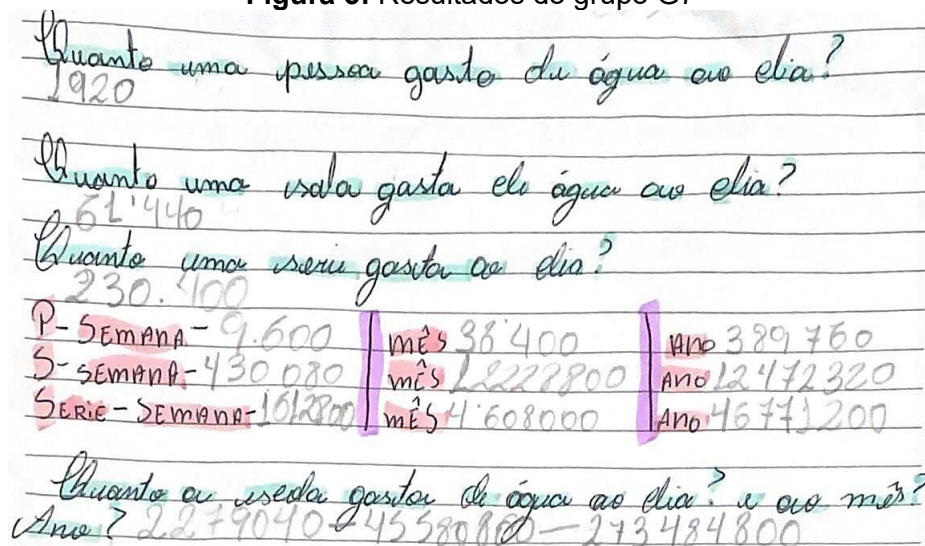
O grupo G5 somou os dados coletados pela turma das planilhas e encontrou o desperdício semanal da turma. Assim como o que foi explicado ao grupo G3, o grupo G5 conseguiu concluir sozinho que o ano letivo poderia ser considerado como 40 semanas de 5 dias cada e, assim, calculou o desperdício anual da turma. Para calcular o possível desperdício de todo o colégio, G5 considerou que as 29 turmas teriam o mesmo desperdício e encontrou um valor para o desperdício anual do colégio.

O grupo G6 buscou calcular o desperdício semanal da turma, logo, bastava somar os valores das planilhas e encontrar o resultado. O grupo não soube diferenciar os dados das planilhas e das anotações nos cadernos, devido a não considerarem o desperdício dos integrantes dos outros grupos, e essa dificuldade fez com que, mesmo com ajuda, o grupo não conseguisse terminar a atividade na data estabelecida e precisou apresentar a resolução em outra data.

O último grupo, G7, formado por alunos com uma certa resistência às aulas de matemática foi o que mais surpreendeu a classe. Com a atividade verificou-se o interesse do grupo e a dedicação em concluir o que foi proposto. O grupo partiu do desperdício de um dos alunos do grupo, A23, e na sequência calculou a proporção do

desperdício diário para a semana, mês e ano. Após os resultados encontrados, o grupo complementou a resolução expandindo os dados para a turma, série e todo o colégio. Os resultados são apresentados na Figura 5.

Figura 5: Resultados do grupo G7



Fonte: Relatório dos alunos

A atividade foi amplamente aceita pelos alunos, principalmente por ser em grupo e pelas discussões geradas. As apresentações dos resultados foram valiosas, pois cada grupo formulou uma pergunta diferente e analisou os dados de maneiras diversas, chegando a conclusões próprias. Isso destacou a importância de resultados distintos, mostrando que não há apenas uma resposta correta. O envolvimento de todos os alunos, que era o objetivo da atividade, também ficou evidente.

A atividade de Modelagem destacou a importância de dar voz aos alunos, criando oportunidades para que apresentem e defendam suas ideias. Isso permite ao professor entender o conhecimento dos alunos e suas abordagens, possibilitando intervenções mais adequadas e direcionadas nas práticas em sala. Por exemplo, ao perceber que a conversão de unidades de medida era um tópico que causava dúvidas entre os alunos, o professor aproveitou a oportunidade para revisá-lo.

Na aula seguinte, foi aplicado um questionário aos alunos visando a obtenção de informações em relação ao que os alunos acharam da atividade e, assim, para que esses contribuíssem com a nossa análise em termos metacognitivos. Neste dia estavam presentes 27 alunos. O questionário foi composto por sete perguntas referentes ao desenvolvimento, conclusão e opinião dos alunos sobre a atividade. As

respostas e análises, segundo as estratégias metacognitivas são apresentadas no próximo tópico.

Resultados e Discussão

Para organizar os resultados, os dados são apresentados no Quadro 3, contendo perguntas e algumas respostas, com as quantidades de vezes em que figuraram na pesquisa. Na sequência, cruzamos os dados dos questionários com as resoluções e estratégias metacognitivas, relacionando as respostas dos alunos com as estratégias citadas, conforme Quadro 3.

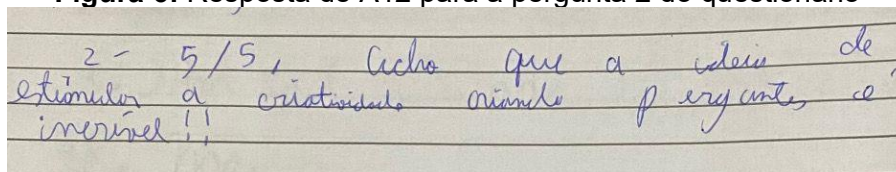
Quadro 3: Resultados do questionário

Pergunta	Sugestões e Comentários (Quantidade de alunos)
1. Como avalia a maneira como os dados foram coletados? Alguma sugestão para melhoria?	Adaptar a atividade para que os alunos que não possuem garrafa também possam participar; (2)
	Melhorar o copo medidor para melhorar a precisão na coleta de dados. (2)
2. Como avalia o grupo ter escolhido o problema a ser investigado?	Os alunos gostaram do fato de os resultados dos grupos serem diferentes (2)
	Citaram as ideias criativas; (2)
	Colaboração dos grupos; (4)
	Análise de hipóteses; (1)
3. Durante a resolução, existiu algum momento que o grupo notou que estava indo por uma direção que não resolveria o problema e foi preciso recomeçar alguma etapa?	Gostaram de escolher o problema. (5)
	Relataram ter errado em algum momento nos cálculos; (15)
4. Aprendeu algum conceito que não sabia, durante a atividade?	Dúvida em relação à semana e ano letivos; (3)
	Não; (24)
5. Para você, o que justifica a diminuição da água no balde com o passar dos dias?	Sim; (2)
	Esqueceram ou não quiseram jogar a água no balde; (7)
	Trocaram menos a água da garrafa; (5)
	Conscientização com o desperdício; (5)
	Na primeira semana forçaram o desperdício apenas para poder anotar. (2)
6. Acredita que, após a atividade, os alunos passaram a desperdiçar menos?	Sim; (12)
	Não; (10)
	Desperdiçaram mais durante a atividade; (1)
	Levaram na brincadeira; (1)
	Não se importam com o desperdício; (1)
7. Escreva o que achou da atividade de maneira geral, pontos positivos e negativos.	A atividade não mudou em nada; (1)
	Legal ou divertida; (19)
	Gostaram do modelo da atividade em grupo; (8)
	Gostaram de escolher o problema; (4)
	Maior envolvimento na discussão da atividade do que na resolução; (1)
	Pediram mais atividades assim; (3)

Fonte: Da pesquisa

Como a questão da atividade a ser investigada foi proposta pelos próprios alunos, verifica-se que, ao analisar os dados, os grupos definiram a pergunta a ser investigada, as estratégias que utilizariam para a resolução dos problemas e os conteúdos que seriam utilizados, apresentando assim estratégias metacognitivas de planejamento. Por meio dos questionários foi possível verificar que cinco dos alunos citaram ter gostado de ter escolhido a atividade e este processo estimulou a criatividade dos alunos, como mostra a Figura 6. Analisando o questionário, foi possível verificar que A21 citou que gostou da atividade por não prender os alunos em uma única visão ou resposta e A10 respondeu que o grupo colaborou na atividade com ideias criativas e que, no fim, todo o grupo ajudou na escolha do tema a ser investigado e seu encaminhamento.

Figura 6: Resposta de A12 para a pergunta 2 do questionário



“5/5, acho que a ideia de estimular a criatividade criando perguntas é incrível !!”

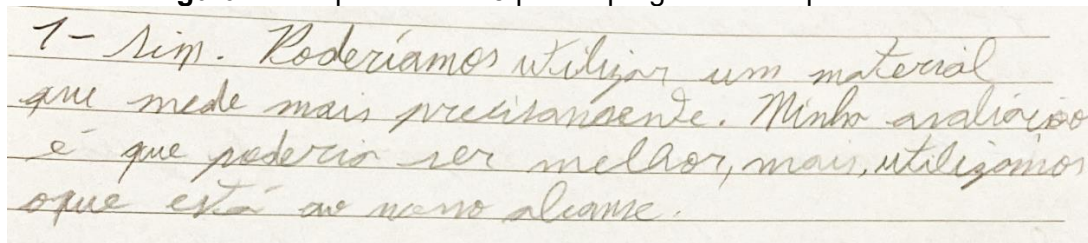
Fonte: Relatório de A12

Quando questionados sobre ter aprendido algum novo conceito durante a atividade, pergunta 4, verificou-se que 24 dos 26 alunos citaram não ter aprendido algo novo, que vai ao contrário às respostas dadas na pergunta 3, em que 15 alunos citaram ter errado em algum momento e foi preciso rever os métodos de resolução e revisar conceitos. Neste caso, ao mesmo tempo em que é possível verificar que os alunos avaliaram suas resoluções e mudaram de encaminhamentos, denotando estratégias metacognitivas de monitoramento, também é possível inferir uma dificuldade de reconhecer suas próprias dificuldades no momento da reflexão ou mesmo de não identificar que acontecem aprendizagens quando o assunto já era conhecido ou quando a aprendizagem é sobre um jeito de pensar e fazer, e não de um conceito matemático ainda não estudado até então.

Nas perguntas 5 e 7 foi possível verificar o questionamento dos alunos quando aos resultados da turma, contexto em que alguns verificaram que não foram todos os alunos que participaram da coleta ou que não foram verídicos com os dados apresentados. Verifica-se, aqui, estratégias metacognitivas de avaliação quanto à verificação dos resultados e correções necessárias para uma melhor representação

da turma. Outro aspecto interessante, apresentado na primeira pergunta, está na ideia de melhoria da coleta dos dados, aprimorando os métodos utilizados, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Resposta de A15 para a pergunta 1 do questionário



“Sim. Poderíamos utilizar um material que mede mais precisamente. (...)”

Fonte: Relatório de A15.

Nas perguntas 6 e 7 sobre o gasto de água ter diminuído e comentários gerais da atividade, verificou-se variedade nas respostas. Para A10, alguns alunos podem ter se conscientizado e terem aprendido a desperdiçar menos água, já para A12, os alunos apenas se cansaram de jogar a água no balde. Nota-se nas respostas da pergunta 7, também, que a maioria dos alunos gostou de como a atividade foi desenvolvida, inclusive pediram para que a configuração utilizada na aula fosse repetida em outras atividades. Diante dos aspectos que diferenciam essa atividade das aulas expositivas tradicionais, a forma como foi feita a coleta de dados, as discussões dos grupos na elaboração e resolução de problemas e, ainda, a análise dos resultados encontrados, podemos notar o quanto a atividade foi melhor aceita pela turma e identificar a temática como algo do cotidiano dos alunos foi essencial para o bom desenvolvimento da atividade.

Diante disso, é possível comparar as estratégias metacognitivas citadas no Quadro 1 com as estratégias utilizadas pelos alunos no desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática. Inicialmente é possível analisar as estratégias de planejamento desde a escolha do tema, uma situação da realidade dos alunos, até a definição da pergunta a ser investigada, como mostram as estratégias 1 e 2 do Quadro 1 (*Decide o que é importante para fazer a abordagem matemática de uma situação da realidade; e define os objetivos da atividade antes de iniciar seu desenvolvimento*). Após a escolha da questão, verificou-se que os alunos planejaram as etapas da resolução, identificando as operações necessárias para a resolução e os dados que seriam necessários, de forma análoga as estratégias 3, 4 e 6 (*Planeja a resolução do*

problema levando em consideração diferentes possibilidades que podem viabilizá-la; identifica conteúdos e procedimentos que podem ser úteis a partir de relações com situações anteriores; simplifica e organiza os dados coletados, tendo em vista aqueles necessários para resolver o problema proposto).

As estratégias de monitoramento ficaram evidentes na interação dos grupos. Verificou-se que os integrantes do grupo auxiliaram na compreensão das etapas da atividade e até mesmo nas correções necessárias durante o seu desenvolvimento, como mostram as estratégias 10 e 11 (*Muda de estratégia ou pede ajuda quando reconhece não entender algo ou não consegue prosseguir com a atividade; e faz verificações pontuais em vários momentos do desenvolvimento da atividade*).

Por fim, as estratégias de avaliação são verificadas no desenvolvimento de cada etapa da resolução. Neste momento, foi possível observar a validação dos modelos pelos grupos e, quando identificavam algum erro ou possíveis melhorias no modelo, buscavam novos encaminhamentos ou até mesmo pediam ajuda ao professor para elaborarem um novo planejamento, como citado nas estratégias 15, 16 e 17 (*Identifica quando o modelo construído não é adequado e então investe na construção de um novo modelo; realiza ajustes e correções quando identifica equívocos ou distorções em relação ao conhecimento matemático; e verifica se seus resultados finais correspondem às condições do problema*).

De modo sistematizado, é possível realizar um cruzamento entre os dados empíricos obtidos na pesquisa e as estratégias metacognitivas do Quadro 1, como apresentamos no Quadro 4.

Quadro 4: Estratégias metacognitivas utilizadas pelos alunos na resolução da atividade

Categoria	Estratégia (Quadro 1)	Evidência empírica (respostas dos alunos)	Indicação da estratégia
Planejamento	1. Decide o que é importante para fazer a abordagem matemática de uma situação da realidade.	O grupo ajudou na escolha do tema a ser investigado. (A10)	Definição consciente da temática.
	2. Define os objetivos da atividade antes de iniciar seu desenvolvimento.	Criar perguntas é incrível. (A12)	Escolha ativa da investigação.
	3. Planeja a resolução do problema levando em consideração diferentes possibilidades que podem viabilizá-la.	"Melhorar o copo medidor para mais precisão."	Planejamento técnico da execução.
	4. Identifica conteúdos e procedimentos que podem ser úteis a partir de relações com situações anteriores.	Citações sobre uso de cálculos e estratégias já conhecidas.	Relação entre conhecimentos prévios e novos.

	6. Simplifica e organiza os dados coletados, tendo em vista aqueles necessários para resolver o problema proposto.	Organização dos dados pelos alunos durante a coleta.	Foco nos dados relevantes.
Monitoramento	10. Muda de estratégia ou pede ajuda quando reconhece não entender algo ou não consegue prosseguir com a atividade.	15 alunos relataram erros nos cálculos e retomadas.	Reajuste de percurso cognitivo.
	11. Faz verificações pontuais em vários momentos do desenvolvimento da atividade.	Dúvidas sobre datas, revisão dos dados.	Checagem do andamento da tarefa.
	13. Compartilha dúvidas, ideias e formas de resolver.	“Todo o grupo colaborou com ideias criativas.” (A10)	Interação social como regulação.
	14. Justifica decisões tomadas na resolução.	“Trocaram menos a água”, “forçaram o desperdício para anotar” (Pergunta 5)	Explicitação de raciocínios.
Avaliação	15. Identifica quando o modelo construído não é adequado e então investe na construção de um novo modelo.	Recomeço de etapas e revisão de cálculos.	Crítica ao próprio modelo.
	16. Realiza ajustes e correções quando identifica equívocos ou distorções em relação ao conhecimento matemático.	Mudanças de estratégias durante a atividade.	Correção ativa.
	17. Verifica se seus resultados finais correspondem às condições do problema.	Críticas à veracidade dos dados e participação parcial dos colegas.	Avaliação dos dados e sugestões de melhoria.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

O que podemos observar a partir do Quadro 4, é que nesta experiência de Modelagem Matemática, enquanto os alunos se inteiram da temática apresentada na atividade e, por meio da linguagem matemática, representam essa situação, as estratégias metacognitivas de planejamento são frequentes, definindo a pergunta a ser investigada, identificando as grandezas que serão utilizadas, as etapas a serem desenvolvidas e os meios utilizados para a resolução do problema. Da mesma forma, é possível identificar estratégias de monitoramento, tanto na resolução dos problemas, como na interpretação e validação dos resultados, reconhecendo erros na resolução e reformulando as etapas sempre que necessário. As estratégias metacognitivas de avaliação são verificadas em diversos momentos da resolução como na análise dos dados, definição das etapas de resolução, interpretação dos resultados e, principalmente, na validação dos dados, avaliando o desenvolvimento do grupo como um todo. Essas relações sugerem forte convergência entre o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática e práticas associadas à metacognição, o que

pode ser mais um argumento em defesa da utilização da Modelagem Matemática como prática pedagógica no âmbito da Educação Básica.

Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo identificar indícios de estratégias metacognitivas mobilizadas durante a resolução de uma atividade de Modelagem Matemática por uma turma do sétimo ano do Ensino Fundamental. A partir da análise das respostas a um questionário aplicado, bem como das observações das resoluções desenvolvidas pelos grupos, foi possível constatar a presença de diversas estratégias metacognitivas de planejamento, monitoramento ou avaliação.

As estratégias de planejamento foram evidenciadas, principalmente, na definição da pergunta a ser investigada, na escolha das variáveis relevantes e na organização das etapas para resolução do problema. Os dados revelaram que os alunos mobilizaram estratégias como a definição de objetivos, o reconhecimento de informações relevantes e a antecipação de procedimentos, alinhando-se às estratégias 1, 2, 3, 4 e 6 do Quadro 1.

Durante o desenvolvimento da atividade, observou-se o uso de estratégias de monitoramento, especialmente no reconhecimento de erros, na reavaliação de cálculos e na reformulação de etapas. As interações entre os membros dos grupos indicaram um processo colaborativo de regulação cognitiva, evidenciando a ocorrência da chamada *metacognição social* (Vertuan e Almeida, 2016). Tais aspectos foram notados nas estratégias 10 e 11, demonstrando como os alunos ajustavam o percurso da atividade em tempo real.

Por fim, as estratégias de avaliação foram identificadas tanto na análise dos dados coletados quanto na crítica aos próprios métodos utilizados. Alunos questionaram a veracidade dos dados, sugeriram melhorias nos instrumentos e revisitaram os modelos elaborados, mostrando consciência do processo de validação. Essas ações estão associadas às estratégias 15, 16 e 17, ligadas ao refinamento do modelo matemático e à verificação dos resultados obtidos.

Por meio da atividade de Modelagem Matemática, foi possível observar diversos aspectos positivos no que diz respeito à participação dos alunos na aula, desde a coleta de dados até a apresentação da atividade. A simples tarefa de medir

a água utilizando o copo medidor foi suficiente para engajá-los e despertar a curiosidade quanto ao desenvolvimento da investigação.

A atividade foi bem recebida pela classe que, inclusive, sugeriu que realizássemos mais atividades parecidas com a desenvolvida. De forma natural, notou-se que os integrantes dos grupos se ajudaram para retomar conteúdos e investigar hipóteses para a resolução da atividade, retomando conteúdos que já sabiam e melhorando os métodos de resolução com as conversas em grupo.

Percebe-se também que o desenvolvimento da atividade em grupo possibilitou a discussão dos dados e das resoluções pelos integrantes, os quais contribuíram uns com os outros. A apresentação dos dados e resultados pelos alunos foi essencial para a confirmação dos resultados e verificação dos diferentes problemas propostos pelos grupos.

Conclui-se, portanto, que a atividade de Modelagem Matemática desenvolvida permitiu não apenas o trabalho com conteúdos matemáticos contextualizados, mas também o exercício e mobilização de estratégias metacognitivas essenciais para a aprendizagem, reforçando o potencial da Modelagem Matemática como abordagem didática capaz de promover o pensamento reflexivo e autônomo dos estudantes.

Referências

- ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Contexto, 2013.
- ALMEIDA, L. M. W.; CASTRO, É. M. V. de; GOMES, J. C. S. P. Estratégias metacognitivas em atividade de modelagem matemática. **SIPEM: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, Uberlândia, p 15, 2021.
- ALMEIDA, L. M. W.; CASTRO, É. M. V. de. Estratégias metacognitivas de um grupo de estudantes brasileiros em atividades de modelagem matemática. *Rev. Actual. Investig. Educ*, San José, v. 23, n. 1, p. 139-165, Apr. 2023.
- FADIN, C. **Modelagem matemática e pensamento algébrico no 6º ano do ensino fundamental**. 2021. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new área of cognitive – developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.
- FLAVELL, J. H. **Especulações sobre a Natureza e o Desenvolvimento da Metacognição**. Em FE Weinert, & R. Kluwe (Eds.), *Metacognição, Motivação e Entendimento* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1987.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: reflexão e crítica**, Portugal, v. 16, p. 109-116, 2003.

SCHRENK, M. J.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática como Prática Pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 194-224, 2022.

SEKI, J. T. P.; MARTINS, B. de O.; ALMEIDA, L. M. W. de. Análise dos modelos matemáticos: um olhar a partir das competências de Modelagem Matemática. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. **Anais...** Brasília (DF) On-line, 2022.

SETTI, E. J. K. **Modelagem matemática no curso técnico de informática integrado ao ensino médio**: um trabalho interdisciplinar. 2017. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

SILVA, S. R. da; DUARTE, A. A.; VERTUAN, R. E. Práticas de Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma análise dos anais do ENEM. In: Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. **Anais...** Brasília (DF) On-line, 2022.

VERTUAN, R. E.; ALMEIDA, L. M. W. de. Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1070-1071, dez. 2016.