

O planejamento como estratégia metacognitiva em atividades de modelagem matemática

Planning as a metacognitive strategy in mathematical modelling activities

La planificación como estrategia metacognitiva en actividades de modelación matemática

Lourdes Maria Werle de Almeida¹

Élida Maiara Velozo de Castro²

Resumo

O planejamento é objeto de atenção no presente artigo sob a perspectiva da metacognição. A investigação é orientada pela pergunta: O planejamento em atividades de modelagem matemática é mediado por estratégias metacognitivas? A análise é pautada em uma pesquisa empírica realizada com alunos de um curso de Licenciatura em Matemática, bem como em um quadro teórico relativo à metacognição, modelagem matemática e suas interlocuções já reconhecidas. O processo analítico, alinhado com características da pesquisa qualitativa, permite identificar que o planejamento, estendendo-se pelas diferentes etapas de uma atividade de modelagem, é marcado pelo pensamento antecipatório e inclui o que fazer, como fazer e quando fazer. Os dados obtidos em diálogo com o que se reconhece na literatura permitem caracterizar seis estratégias metacognitivas em que se ancora o planejamento dos alunos em atividades de modelagem matemática.

Palavras-chave: metacognição; modelagem matemática; planejamento; estratégias metacognitivas.

Abstract

Planning is the object of attention in this article from the perspective of metacognition. The investigation is guided by the question: Is planning in mathematical modelling activities mediated by metacognitive strategies? The analysis is based on an empirical research carried out with students of a Mathematics Degree course, as well as on a theoretical framework related to metacognition, mathematical modelling and their already recognized interlocutions. The analytical process, aligned with characteristics of qualitative research, allows identifying that planning, extending through the different stages of a modelling activity, is marked by anticipatory thinking and includes what to do, how to do it and when to do it. The data obtained in dialogue with what is recognized in the literature allow characterizing six metacognitive strategies in which students' planning in mathematical modelling activities is anchored.

Keywords: metacognition; mathematical modelling; planning; metacognitive strategies.

Resumen

La planificación es objeto de atención en este artículo desde la perspectiva de la metacognición. La investigación está guiada por la pregunta: ¿La planificación en actividades de modelación matemática está mediada por estrategias metacognitivas? El análisis se basa en una investigación empírica realizada con estudiantes de un curso de Licenciatura en Matemáticas, así como en un marco teórico relacionado con la metacognición, la modelación matemática y sus ya reconocidas interlocuciones. El proceso analítico, alineado con características de la investigación cualitativa, permite identificar que la planificación, extendiéndose por las diferentes etapas de una actividad de modelado, está marcada por el pensamiento anticipatorio e incluye qué hacer, cómo hacerlo y cuándo hacerlo. Los datos obtenidos

¹ UEL, Londrina/PR - Brasil. E-mail: lourdes@uel.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8952-1176>.

² UEL, Londrina/PR - Brasil. E-mail: elidamaiara.vc@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2310-1774>.

en diálogo con lo reconocido en la literatura permiten caracterizar seis estrategias metacognitivas en las que se ancla la planificación de los estudiantes en actividades de modelación matemática.

Palabras clave: metacognición; modelo matemático; planificación; estrategias metacognitivas.

Introdução

O planejamento, definido nos dicionários da língua brasileira em geral como ato de planejar, tem recebido atenção em diferentes setores da sociedade como o econômico, social, financeiro, familiar, educacional, entre outros.

Pinto e Araújo (2021), referindo-se ao planejamento no contexto educacional, acrescentam ao significado de planejar outras palavras como prever, antecipar, pensar, refletir, racionalizar, elaborar, organizar, por exemplo. Panahandeh e Esfandiari (2014), referindo-se ao planejamento em situações de aprendizagem, atribuem a ele duas funções essenciais: decidir o que é necessário para determinada tarefa e decidir como executá-la. Esses dois processos de decisão, entretanto, não são simples, e como já aponta Schraw (1998), envolvem processos como organização, atenção dirigida e seletiva e autogerenciamento.

Com estas qualificações, o planejamento se vincula à cognição e, ainda mais, à metacognição. Flavell (1978) aponta para uma estreita e sutil diferenciação entre cognição e metacognição, propondo que, enquanto a cognição é usada para resolver problemas, por exemplo, a metacognição, proporciona planejar, monitorar, avaliar e controlar o funcionamento da cognição nesta resolução. No âmbito da matemática, Frenken (2021) exemplifica essa situação: um aluno resolver um sistema de equações lineares envolve um processo cognitivo; ele pensar sobre quão bem resolveu esse sistema é uma cognição sobre a própria cognição – é uma metacognição.

Segundo Jou e Sperb (2006), a metacognição como objeto de pesquisa abre um campo de investigação e se alastra para diferentes áreas, extrapolando o campo da psicologia. O assunto adentrou a área da Educação Matemática e, entre outros aspectos, Schneider e Artelt (2010) destacam a relevância do impacto substancial que a metacognição pode oferecer para a performance matemática de estudantes em diferentes níveis de escolaridade.

Considerando as diferentes facetas com que o tema metacognição pode ser abordado, Brown (1987), Schneider e Artelt (2010), Scott e Levy (2013), entre outros, têm apontado para a sua abordagem relativa a dois aspectos: o conhecimento da cognição e a regulação da cognição. No presente artigo, nosso interesse se dirige à regulação da cognição, que inclui planejamento, monitoramento e avaliação. Particularmente, dirigimos nossa atenção ao planejamento em atividades de modelagem matemática.

Modelagem matemática é reconhecida como abordagem de uma situação da realidade por meio da matemática. De acordo com Blum (2015), há várias indicações de que a atividade metacognitiva é não apenas útil, mas necessária para o desenvolvimento bem-sucedido de uma atividade de modelagem. De fato, a modelagem matemática requer o planejamento do processo de resolução, a definição de objetivos e de etapas de trabalho e os meios de ação visando atingir os objetivos (EILERTS; KOLTER, 2015).

Assim, a nossa investigação é orientada pela pergunta: o planejamento em atividades de modelagem matemática é mediado por estratégias metacognitivas? O processo analítico que visa responder a essa pergunta é dirigido, por um lado, aos dados obtidos em uma pesquisa empírica realizada com um grupo de alunos do quarto ano de um curso de Licenciatura em Matemática em que atividades de modelagem foram desenvolvidas na disciplina de Modelagem na Perspectiva da Educação Matemática. Por outro lado, um quadro teórico relativo à metacognição, modelagem matemática e às interlocuções já reconhecidas na literatura entre essas temáticas oferece elementos para fomentar nossas deliberações.

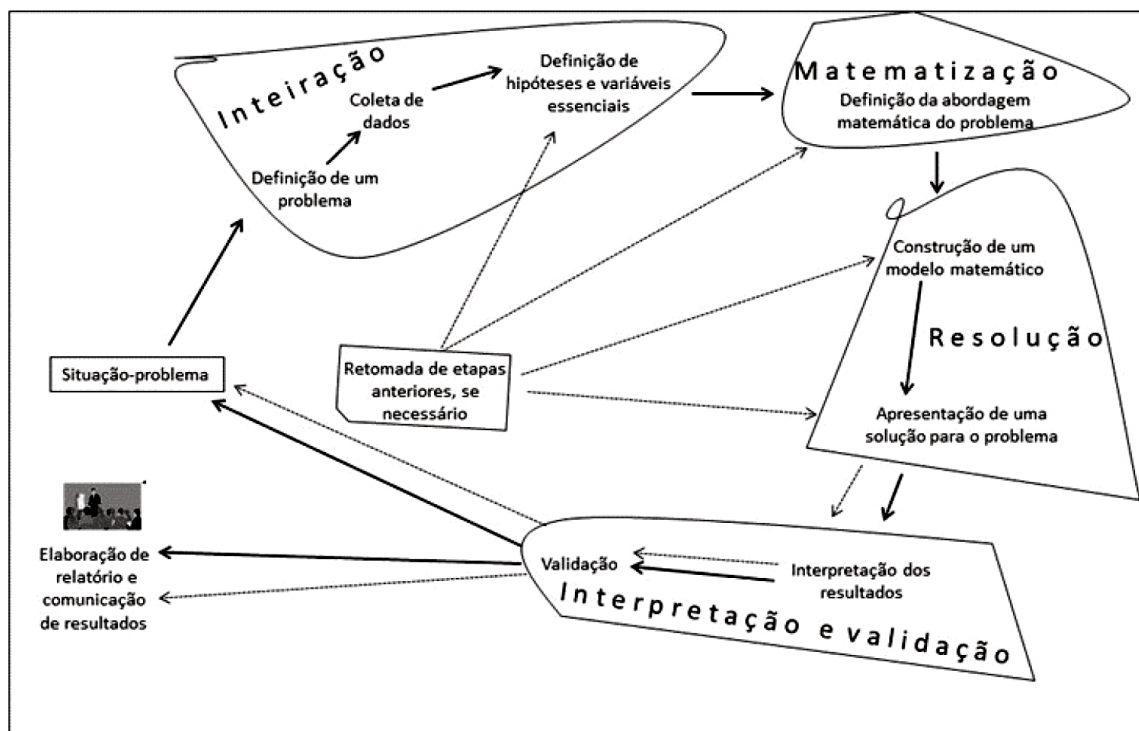
Modelagem Matemática

A modelagem matemática de situações da realidade visa, de modo geral, entender aspectos ou propriedades, explicar ou prever especificidades e apontar para uma tomada de decisão relativamente às situações (GEIGER *et al.*, 2022; BLUM, 2015; ALMEIDA, 2022). Assim, em uma atividade de modelagem um problema é identificado no contexto de uma situação da realidade; variáveis essenciais da situação são identificadas e hipóteses são definidas; uma matematização da situação dá ao problema uma roupagem matemática; usando conceitos, relações e propriedades matemáticas, um modelo matemático é construído, provendo para o problema uma solução matemática; esta, por sua vez, é interpretada e avaliada frente à situação original (GALBRAITH, 2015; ALMEIDA, 2022).

Considerando a sua inserção na sala de aula, para a modelagem matemática são estruturadas construções analíticas, em geral denominadas ciclo de modelagem, para representar o conjunto de ações dos alunos. Estes ciclos, por um lado, são úteis como modelo de referência epistemológica para indicar os procedimentos associados ao desenvolvimento de uma atividade de modelagem. Por outro lado, muito eles têm sido usados quando o que se pretende é olhar para a performance do aluno ao fazer modelagem matemática.

No presente artigo, a construção que incluímos (Figura 1) está alinhada com o primeiro propósito do uso de um ciclo e inclui etapas em que cada uma pretende apontar para a ação do aluno neste estágio da atividade. As setas de ligação entre as diferentes etapas conferem ao ciclo uma estrutura dinâmica e expressam a possibilidade de um refinamento iterativo, muitas vezes necessário em diferentes ações para a obtenção de uma resposta que atenda aos interesses dos alunos e satisfaça suas expectativas relativamente ao que se propuseram estudar.

Figura 1. Ciclo de Modelagem Matemática



Fonte: Almeida, Castro e Silva (2021)

O desenvolvimento de atividades considerando estas etapas requer o planejamento do processo de resolução, a definição de objetivos e de etapas de trabalho. Estes processos estão ligados à vigilância daquilo que precisam fazer, à avaliação da conformidade e da pertinência das ações requeridas em cada etapa e dos resultados obtidos por meio delas. É neste sentido que se pode falar da ocorrência e da mediação por estratégias metacognitivas no fazer dos alunos em atividades de modelagem (BLUM, 2011; STILLMAN, 2011; VORHÖLTER, 2017, 2019, 2021; FRENKEN, 2021; CASTRO; ALMEIDA, 2023a, 2023b).

Metacognição e estratégias metacognitivas

A metacognição tem seus princípios estruturados por John Flavell, que em meados da década de 1970, a conceitua como o conhecimento da própria cognição, como meta-conhecimento. No decorrer do tempo, esse conceito vem sendo abordado em diferentes áreas e interpretações diversas podem ser percebidas.

Bastante reconhecida é a caracterização apresentada, por exemplo, em Brown (1987), distinguindo duas abordagens para a metacognição: (a) conhecimento que a pessoa tem de seu próprio conhecimento e de seus processos cognitivos; (b) auto-regulação desses processos cognitivos. Alinhados com essa separação, vem se tratando na literatura de uma abordagem em que a metacognição inclui dois componentes: o

conhecimento da cognição e a regulação da cognição (SCHRAW; MOSHMAN, 1995; BROWN, 1978; MAHDAVI, 2014; SCHNEIDER; ARTELT, 2010).

O conhecimento da cognição ocorre quando se entende os processos-chave envolvidos na produção do próprio conhecimento, ou seja, caracteriza-se pelo conhecimento e consciência dos processos cognitivos, podendo ser controlável, estável e, algumas vezes, falível e tardio. Evidencia-se a partir de três estratégias de conhecimento: declarativo, processual e condicional.

O conhecimento declarativo refere-se ao saber sobre *o que se sabe das coisas*. O conhecimento processual associa-se a *saber como* empregar procedimentos, estratégias ou ações. O conhecimento condicional implica em *saber por que* aplicar procedimentos, manifestar habilidades ou usar estratégias.

A metacognição como regulação da cognição vem pautada na ideia de que não é suficiente focar na produção do conhecimento, mas é preciso ter consciência de como ativar esse conhecimento quando requerido. Ou seja, os alunos precisam saber como estar cientes de seu conhecimento, mas também como regulá-lo. Está, portanto, relacionada ao controle do processo de construção de conhecimento, à tomada de decisão sobre como conhece, à organização do processo e avaliação do seu desempenho, podendo desencadear três estratégias principais: planejamento, monitoramento e avaliação.

O planejamento, conhecido como fase antecipatória, implica na definição de metas, objetivos e passos a seguir, seleção de estratégias, realização de previsões, processamento de informações e alocação de recursos. No monitoramento, como fase da performance, os alunos usam suas metas como referência para monitorar seu desempenho em determinadas tarefas, acompanhando a identificação e correção de erros. A avaliação, como fase de reflexão, leva os alunos à análise dos resultados e reavaliação das ações e sua pertinência frente aos objetivos definidos (ZIMMERMAN, 2008).

No presente artigo, particularmente, colocamos o foco no planejamento. Estratégias de planejamento, de modo geral, ativadas ou solicitadas no início de uma tarefa ou de um empreendimento, mantêm uma estreita ligação com conhecimento prévio e experiências anteriores (MAHDAVI, 2014). Para Schraw (2001), quanto mais experiência com o que deseja conhecer a pessoa tiver, mais ela será capaz de planejar com eficácia o que precisa fazer e definir meios de fazê-lo. Brown (1987), neste sentido, enfatiza que o planejamento acontece à medida que a pessoa conhece o problema em sua forma global, identifica o que precisa para respondê-lo e inicia a busca pela solução.

Segundo Rosa (2014), o planejamento é relativamente hierárquico e, muitas vezes, requer refinamentos no decorrer de sua implementação. A autora ressalta que em diversos aspectos do planejamento as decisões dos sujeitos, influenciadas pelos seus conhecimentos, constituem ações independentes que oportunizam o desenvolvimento de um plano consistente. Tais decisões promovem a interação com os dados disponíveis, podendo o planejamento influenciar ou ser influenciado por elas.

Segundo Price-Mitchell (2014), as estratégias de planejamento são responsáveis por levar os alunos a examinar e elaborar planos em momentos em que podem ser alterados com facilidade e gerar menor desgaste no processo de resolução de um problema, por exemplo. À medida que os alunos aprendem a planejar, eles aprendem

também a prever pontos fortes e pontos fracos de suas ideias. Neste sentido, um planejamento pode guiar sua atividade cognitiva e assim regular a execução da tarefa.

No âmbito da área de Modelagem Matemática, investigações diversas vêm sendo realizadas com vistas a discutir e investigar as interlocuções entre estratégias metacognitivas e a performance dos alunos quando se envolvem com atividades de modelagem (BLUM, 2011; STILLMAN, 2011; VORHÖLTER, 2017, 2019, 2021; FRENKEN, 2021; CASTRO; ALMEIDA, 2023a, 2023b). No presente artigo, direcionamos a atenção para o planejamento como elemento da regulação da própria cognição em atividades de modelagem.

Um cenário de modelagem e o planejamento dos alunos

O cenário de modelagem aqui referido leva em consideração a premissa apontada por Lesh *et al.* (2000) de que para desenvolver problemas que encorajem os alunos a basear suas soluções em extensões de seu conhecimento e em suas experiências, as temáticas que funcionam melhor tendem a ser aquelas que se encaixam nos interesses e experiências de grupos específicos de alunos. Assim, trazemos para discussão uma atividade de modelagem desenvolvida por um grupo de 04 alunos do quarto ano de um curso de Licenciatura em Matemática como parte das tarefas da disciplina de Modelagem Matemática na Perspectiva da Educação Matemática ministrada por uma das autoras deste artigo.

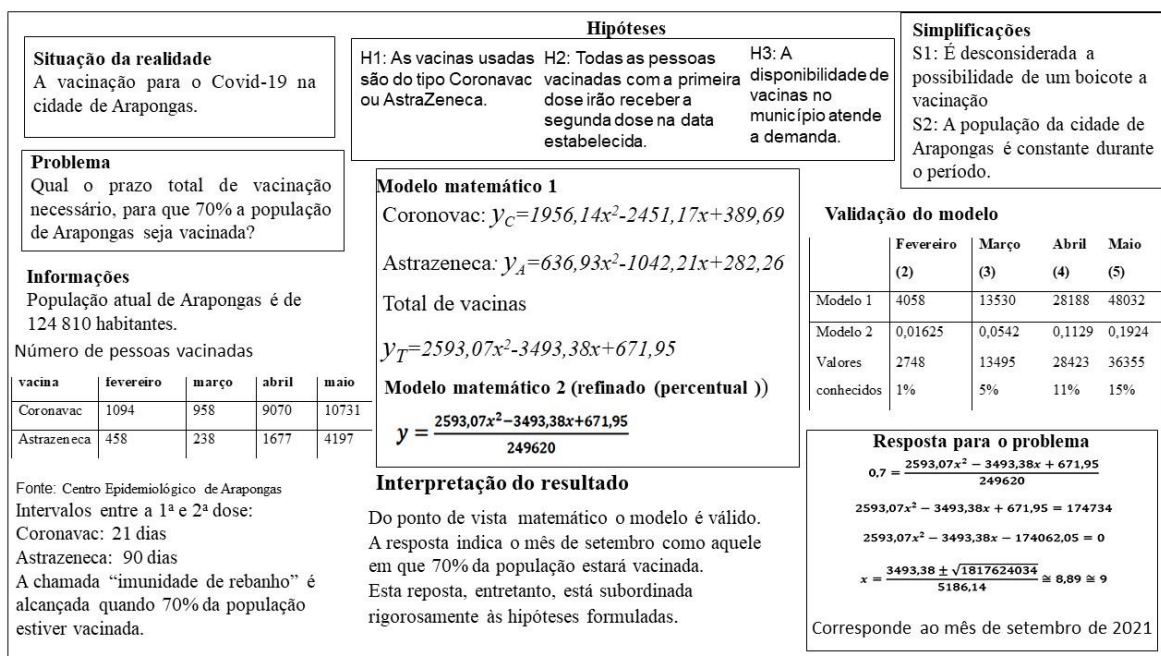
A proposição da escolha de uma situação da realidade a ser estudada é dirigida a todos os alunos da disciplina que realizam atividades de modelagem em grupos. Entretanto, considerando a extensão possível para o presente texto, trazemos à baila a atividade de um dos grupos cujos participantes são identificados como A_1 , A_2 , A_3 e A_4 .

A atividade fez parte das aulas da disciplina no período de julho de 2020 a junho de 2021. Particularmente para o cenário aqui considerado, oito aulas do mês de junho de 2021 foram destinadas à realização da atividade, incluindo aquela em que o grupo apresenta e discute a atividade com seus colegas, além de encontros de orientação realizados fora do horário da aula. Considerando a pandemia do Covid 19, as aulas bem como as orientações, foram online usando o Google Meet. O Google Classroom foi a ferramenta para organização da agenda, registro das atividades realizadas nas aulas, postagens de trabalhos e avaliações. As aulas ocorreram de forma síncrona, havendo a participação da docente da disciplina e de uma aluna de doutorado, segunda autora do presente artigo. Os dados que subsidiam as análises consistem nas transcrições das gravações geradas pelo Google Meet bem como dos materiais postados no Google Classroom, incluindo questionários respondidos pelos alunos após o término da atividade.

Tendo como temática a Vacinação para a Covid-19 na cidade de Arapongas³, os procedimentos dos alunos, identificados conforme indicado no ciclo de modelagem matemática, são apresentados de forma abreviada na Figura 2.

³ Arapongas é uma cidade do norte do estado do Paraná.

Figura 2. Atividade de modelagem matemática: a vacinação na cidade de Arapongas



Fonte: produzido pelas autoras usando relatório dos alunos

Para a investigação apresentada do presente artigo interessam indicativos de estratégias concernentes ao planejamento nesta atividade, alinhado, portanto, com a componente regulação da cognição enquanto atividade metacognitiva.

A partir da orientação da professora relativa à livre escolha de uma temática em que uma situação da realidade pudesse ser identificada e estudada, o grupo passou a tomar consciência de que tratar-se-ia de um estudo autorregulado. De fato, o estabelecimento de metas seria de responsabilidade do grupo, atuando a professora como orientadora, quando solicitada, consoante às indicações de que é fundamental para a modelagem matemática na sala de aula, um equilíbrio permanente entre a independência dos alunos e a orientação do professor (BLUM, 2015). Assim, deveria haver no grupo um autoplanejamento e uma automonitoramento que, segundo Schunk (2001), incluem a mobilização de mecanismos cognitivos e metacognitivos.

Primeiramente, o grupo teve que planejar, e então decidir, qual situação da realidade iria estudar, visando explicá-la ou fazer previsões por meio de um modelo matemático. O grupo escolheu a temática Vacinação do Covid-19 cidade de Arapongas. Relativamente a esta escolha, dois alunos do grupo fornecem explicações no momento da apresentação do seu trabalho para os demais alunos da disciplina:

A₁: No grupo nós tivemos três ideias. A primeira foi relativa ao atendimento do SAMU⁴, situação em que estudaríamos se é possível prever a quantidade de chamados de emergência que o serviço pode receber e atender em um determinado

⁴ Serviço de Atendimento Móvel de Urgência.

período de tempo. Isso, seria bem interessante, mas percebemos que, considerando que esse sistema pode ser municipal ou ser do SUS⁵ mesmo, seria difícil encontrarmos dados. Aí pensamos em algo com finanças, algo na linha do que fizemos com a situação em que estudamos como obter um milhão de reais. Também desistimos dessa ideia porque a taxa de juros não é algo muito estável. Então pensamos na pandemia do Covid-19. Tem muita discussão sobre a vacinação na mídia e aí podemos estudar sobre isso na cidade de Arapongas, que é onde eu moro.

A₂: Não foi só por isso! Nossa decisão também foi por causa da obtenção de dados e da facilidade que a gente tinha para obtê-los (o aluno morador de Arapongas obteve os dados no setor de saúde da cidade). Mas o que pesou muito também foi que a gente poderia tentar fazer as estimativas para a vacinação na cidade, para ver quando a população vai estar vacinada.

Ao final da atividade o grupo respondeu a algumas questões. Uma delas tinha como enunciado: *Assinale a alternativa que corresponde ao que desempenhou maior influência na escolha da situação a ser estudada*. Entre as opções, os alunos do grupo assinalaram: Analisar a viabilidade de trabalhar com o tema. (A₁ e A₄); Pensar sobre as informações acerca do tema (A₂, A₃).

Outro momento da atividade que foi regulado pelo planejamento é a definição de um problema. A partir do consenso construído no interior do grupo, um dos alunos apresentou a decisão tomada relativamente àquilo que iriam responder.

A₃: Então nós pensamos: o que podemos estudar em relação à vacinação? Nós temos aqui o número de vacinados até o momento. E daí era preciso definir o que queremos responder. Olhamos para os dados e concluímos que podemos estimar quantos vacinados vai ter daqui a algum tempo, para saber quando a vida pode voltar à normalidade⁶. É porque essa volta à normalidade depende de ter a maior parte da população vacinada. Isso, conforme falam os especialistas, vale dizer que é 70% da população. Porque 70% da população já gera uma coisa chamada “imunidade de rebanho” [*explica características da situação*]. Vamos olhar para este número! Beleza aí definimos o nosso problema assim: Em quanto tempo 70% da população de Arapongas estará vacinada contra a Covid-19?

As escolhas dos alunos não são uma ação isolada na atividade, mas podem associar-se a um mecanismo antecipatório, como caracteriza Bandura (1991), que nesse caso regula a decisão e a ação do grupo. A possibilidade de obter dados tendo um aluno do grupo residindo na cidade e uma certa antecipação de um problema a ser respondido na situação foram, provavelmente, os fatores em que se basearam as decisões. A ativação de uma antecipação, no caso desta atividade dirigida à obtenção dos dados e à definição de um possível problema matemático para a situação, é uma atividade metacognitiva (YILDIRIM, 2011). Relativamente a essa atividade duas estratégias dos alunos se

⁵ Sistema Único de Saúde

⁶ A “normalidade” a que se referem o aluno é o fim do isolamento social praticado na pandemia.

evidenciam: decidir o que é importante na definição de uma situação a ser estudada e definir o objetivo da atividade antes de iniciá-la. O objetivo nesse caso, foi definir o problema a ser resolvido (estimar o tempo necessário para a vacinação atingir 70% da população).

A estimativa do tempo necessário, se respeitadas as normas vigentes para a vacinação à época, foi almejada pelos alunos especialmente a partir da notícia de que depende desse percentual de pessoas vacinadas cessar o isolamento social. Realizar estimativas, entretanto, é um processo matemático que, fundamentalmente, considera o comportamento de um fenômeno em determinado tempo para estima-lo para tempo futuro. Assim, obter dados confiáveis e seguros é uma meta a ser atingida quando o foco é estimar para tempos posteriores. Em relação a coleta e organização desses dados o grupo detalhou seus encaminhamentos no relatório entregue e na apresentação do trabalho aos colegas.

Relatório: Os dados foram coletados no *site* da prefeitura do município (Arapongas). Entretanto, consta nessas tabelas apenas o total de pessoas vacinadas, sem especificar o tipo de vacina e o número de vacinações realizadas em cada mês.

A₁ (na apresentação): Para conseguir os dados mês a mês como queríamos, eu conversei com a enfermeira do centro epidemiológico de Arapongas e ela nos forneceu isso. Aí então tínhamos os dados necessários para a matematização e resolução do problema.

A₃ (na apresentação): Pensamos em dividir o número de vacinados pelo número de dias em cada mês. Aí podemos observar o crescimento do número de doses ministradas. Podemos fazer os gráficos de cada mês separadamente para observar o comportamento. O x são os dias e o y a quantidade de doses.

Perceber a necessidade de uma organização dos dados, não apenas do ponto de vista da representação em gráficos e tabelas, mas também da sua visualização dentro do contexto geral da atividade resulta de uma atividade metacognitiva, nesse caso de planejamento, fornecendo uma visão de quais os dados necessários e como poderiam ser usados na resolução do problema.

Atividades de modelagem, diferentemente dos clássicos problemas do livro didático, requerem a tentativa de usar símbolos e regras matemáticas para descrever ou escrever alguma informação de uma situação da realidade. Isto envolve matematizar a situação, abordando-a mediante uma linguagem matemática. A matematização, enquanto quantificação, coordenação e simbolização, visa um produto: um modelo matemático.

Mas o que é um modelo matemático? Segundo Lesh *et al.* (2000, p. 17), ele é um sistema conceitual e inclui: (a) variáveis; (b) relações entre variáveis; (c) operações que descrevem como essas variáveis interagem; (d) regras ou padrões. Entre as diferentes finalidades do modelo, na atividade aqui mencionada, o modelo serve para fazer previsões, para viabilizar a estimativa.

Considerando esta caracterização e essa finalidade do modelo na atividade de modelagem, sua construção precisa ser planejada. Esse planejamento inclui a escolha das variáveis pertinentes da situação visando resolver o problema o que, em geral, requer

algumas simplificações, a definição de hipóteses sobre a situação e a antecipação de conceitos e propriedades exclusivas do campo da matemática.

Para realizar as estimativas pretendidas, o grupo, em alguma medida, vislumbrou passos a seguir e identificou possibilidades para o uso da matemática, visando um plano de resolução ancorado em um modelo que, incluindo os quatro aspectos acima definidos, viabilizaria a obtenção da resposta. Transcrições das gravações do Google Meet são indícios dessas estratégias dos alunos.

A₁: E aí nós precisávamos pensar nas nossas hipóteses e simplificações, porque é evidente que a gente não tem uma situação simples de lidar, pois tem muitos fatores que influenciam, basta ver no noticiário diariamente. Para construir o modelo vai ter que fazer algumas escolhas aqui.

A₆ (aluno de outro grupo): Tudo isso daí é hipótese? (o aluno se referia às três hipóteses que constam na Figura 2).

A₁: Isso é uma boa pergunta. Até nós ficamos em dúvida. A professora vai poder descrever melhor, mas na minha cabeça, hipótese é alguma coisa que a gente está considerando para resolver o problema. Aí a hipótese é que utilizaríamos dois tipos de vacinas, então isso simplificou o processo (não considerar outras marcas de vacinas).

A₂: O que a gente sabia é que precisa definir variáveis, hipóteses e simplificações. Aí usar isso para fazer o modelo, entende?

O que se pode inferir das assertivas de A₁ e de A₂ é que no grupo havia um plano de resolução. O que os alunos falaram na hora da apresentação, entretanto, decorreu de interações entre a professora e o grupo no decorrer da realização da atividade.

Profa: Não entendi bem! O problema de vocês é saber em que data, aproximadamente, 70% da população de Arapongas estará vacinada? Então para isso vocês tem que analisar o somatório das vacinações mensais, certo?

A₁: É professora, nós temos os dados das quantidades de pessoas vacinadas em cada mês. Mas nós queremos fazer separado para cada vacina (Coronavac e Astrazeneca). Aí depois a gente soma as duas para chegar no modelo que dá a quantidade de pessoas vacinadas. Aí professora, olhando aqui para os nossos gráficos (apontando para um slide compartilhado na tela) nós vamos ajustar uma função quadrática para cada vacina.

A₂: É professora, esses gráficos são a tendência, sabe. Para o ajuste nós usamos os dados da tabela (apontando para a tabela dos dados no slide).

A₁: Pegamos os dados de fevereiro a maio e utilizamos o software *Curve Expert* procurando as funções para Coronavac e para Astrazeneca. Ajustamos linear, exponencial, enfim várias funções, para analisar o r^7 . Optamos por uma quadrática.

⁷ Coeficiente de correlação calculado pelo software.

Fizemos uma para cada vacina porque o intervalo entre as doses é diferente. Aí depois a gente soma as duas.

Profa: Mas a função quadrática vai chegar em um mês que vai atingir um máximo depois vai diminuir. Lembraram disso?

A₁: Sim, professora. Mas só estamos olhando para a parte do domínio em que ela cresce.

A₅ (aluno de outro grupo): Na verdade é a parte da concavidade para cima.

A₁: Sim, e sabemos que a parábola vai crescer de forma indeterminada, quando na verdade não é assim que funciona para a vacinação, mas para o intervalo de tempo que vamos trabalhar funciona bem.

O que se pode observar dos diálogos e respostas dos alunos até o momento é que, embora nas etapas iniciais da atividade de modelagem o grupo sinalize um planejamento com baixo nível de sistematização, conforme o processo avançou, essas fragilidades deram lugar à adoção de metas com características bem definidas e grau de complexidade mais elevado considerado os desafios que a busca de um modelo matemático lhes coloca (definir variáveis, fazer hipóteses e simplificações, identificar e justificar o uso da matemática). Ao construir o modelo matemático (como a soma das duas funções ajustadas), o grupo sinaliza que foi capaz de planejar a obtenção da resposta com base em um modelo que inclui a escolha de algumas variáveis da situação, sua articulação e segue padrões convencionalmente aceitos na matemática.

Assim, nestes estágios do desenvolvimento da atividade, podemos caracterizar na atividade metacognitiva dos alunos três estratégias de planejamento: houve a definição de passos a serem seguidos no desenvolvimento da atividade; houve a identificação de recursos e conteúdos necessários para a matematização; houve a identificação de procedimentos e conteúdos matemáticos para construir um modelo matemático.

O estágio final do ciclo de modelagem, conforme especificado na Figura 1, é a Apresentação de Resultados e Elaboração de um Relatório. Embora seja a etapa final, a apresentação e discussão da resposta acompanha a definição de metas dos alunos, passando muitas vezes a caracterizar o que Lesh *et al.* (2000) denominam de uma "trilha de auditoria" que, entretanto, pode ser examinada pelos próprios alunos ou a partir de uma intervenção do professor. No grupo de alunos a que estamos nos referindo parece ter havido uma organização de como a resposta seria construída pelo grupo e discutida com todos os alunos da disciplina. A transcrição de uma reunião de orientação indica como isso se deu.

Profa: Vocês me disseram que têm as duas funções e o modelo final é soma das duas, certo?

A₁: É, mas nós também temos o número de habitantes de população de Arapongas.

Profa: Estão considerando isso fixo nesse período, é uma simplificação.

A₁: Isso. Sabendo que cada pessoa precisa de duas doses, multiplicamos esse número por 2. E agora vamos usar o modelo para determinar 70% desse valor. Vamos usá-lo (referindo-se ao modelo 1 da Figura 2) para ver a quantos habitantes corresponde 70% do dobro da população (dobro de 124810).

Profa: Vejam, não se costuma expressar esse tipo de informação em valores absolutos, como é o caso do número de habitantes. É mais adequado apresentar esse valor em percentual da população total.

A₁: Ah, ta, é verdade professora! Nós podemos acrescentar isso. A gente já vai mudar para encontrar percentual. Aí podemos mostrar os dois modelos (referindo-se aos dois modelos da Figura 2) no relatório e na apresentação.

Profa: Isso mesmo, a apresentação de vocês já é na próxima aula.

A intervenção da professora sugerindo um aprimoramento no modelo levou os alunos a investir nesse encaminhamento. De fato, no relatório e na apresentação do trabalho o grupo apresentou o modelo usando percentual da população vacinada ao invés de número de habitantes vacinados com duas doses da vacina (Figura 2). Essa ação sinaliza que como meta do grupo, a apresentação do relatório e a discussão com os colegas acompanha suas intenções e almejam êxito nesta etapa. Neste sentido, ela também faz parte do planejamento dos alunos, atentos à vigilância de suas ações e, não perder de vista este aspecto, é consequência de uma atividade metacognitiva.

Caracterizando estratégias metacognitivas de planejamento em atividades de modelagem matemática

Na atividade de modelagem o planejamento foi marcado pelo delineamento de metas específicas em cada etapa do desenvolvimento da atividade norteado majoritariamente pelo pensamento antecipatório.

Iniciando com um planejamento pouco sistematizado, conforme as demandas da atividade de modelagem foram sendo percebidas pelos alunos, metas mais bem definidas foram sendo desenhadas em sintonia com a estrutura e os desafios da atividade. Podemos identificar que o planejamento teve especificidades em cada etapa sendo dirigido para: (i) requisitos e metas na escolha da situação a ser estudada e definição do problema; (ii) matematização da situação e construção do modelo matemático; (iii) apresentação da resposta e elaboração do relatório da atividade.

Nestes três eixos de demandas de planejamento na atividade, o pensamento antecipatório em alguma medida regulou as ações dos alunos de modo que suas decisões não foram independentes da atividade metacognitiva. Assim, levando em consideração o que na literatura já se caracteriza como estratégia metacognitiva de estudantes em tarefas relativas à sala de aula e à modelagem matemática (YILDIRIM, 2010; STILLMAN, 2004; VORHÖLTER, 2018, 2019; VERTUAN; ALMEIDA, 2016; VORHÖLTER; KRÜGER, 2021; FRENKEN, 2021; CASTRO, 2022; ROSA, 2017; CASTRO; ALMEIDA, 2023a, 2023b),

associado às identificações desse tipo de estratégias na pesquisa empírica realizada, caracterizamos seis estratégias metacognitivas de planejamento em atividades de modelagem conforme indica a Tabela 1.

Tabela 1. Estratégias de planejamento na atividade de modelagem

Estratégias metacognitivas de planejamento		
Referência à estratégia na literatura	Ocorrência na pesquisa empírica	Caracterização da estratégia metacognitiva
Aluno pensa em como resolver um problema antes de iniciar a resolução (YILDIRIM, 2011). O aluno reconhece elementos ou informações que precisa ter para resolver o problema. (FRENKEN, 2021) O aluno declara que tem consciência de que sabe o que precisa fazer no exercício (ROSA, 2017). O aluno centra sua atenção na finalidade da atividade de modelagem (VORHÖLTER, 2018).	A1: No grupo nós tivemos três ideias. [...] Então pensamos na pandemia do Covid-19. Tem muita discussão sobre a vacinação na mídia [...] A2: [...] Nossa decisão também foi por causa da obtenção de dados e da facilidade que a gente tinha para obtê-los. A1: Então nós pensamos: o que podemos estudar em relação à vacinação? Nós temos aqui o número de vacinados até o momento.	(EP₁) Decidir o que é importante na definição de uma situação a ser estudada. (EP₂) Definir o objetivo da atividade antes de iniciá-la.
Os alunos definem estratégias planejando os processos de trabalho (VORHÖLTER; KRÜGER, 2021). Os alunos estão cientes da necessidade de planejar as ações com antecedência para resolver um problema (YILDIRIM, 2011).	A1: [...] nós precisávamos pensar nas nossas hipóteses e simplificações, porque é evidente que a gente não tem uma situação simples de lidar, [...]. Para construir o modelo vai ter que fazer algumas escolhas aqui. [...] Prof: Não entendi bem! O problema de vocês é saber em que data, aproximadamente, 70% da população de Arapongas estará vacinada? A1: É professora, nós temos os dados das quantidades de pessoas vacinadas em cada mês. Mas nós queremos fazer separado para cada vacina (Coronavac e Astrazeneca). [...] A1: Pegamos os dados de fevereiro a maio e vamos utilizar o software Curve Expert procurando as funções para Coronavac e para Astrazeneca.	(EP₃) Organizar um plano de resolução do problema considerando diferentes possibilidades.
O aluno organiza os dados coletados tendo em vista a elaboração dos resultados da atividade experimental (ROSA, 2017). O aluno observa que para a atividade pode ter: informações irrelevantes; menos informações do que precisa; ter exatamente as informações necessárias. (FRENKEN, 2021) Inicialmente o aluno procura identificar as informações importantes para a atividade. (VORHÖLTER, 2017)	A1: Para conseguir os dados mês a mês como queríamos, eu conversei com a enfermeira do centro epidemiológico de Arapongas [...]. Aí então tínhamos os dados necessários para a matematização e resolução do problema. A3: [...] Podemos fazer os gráficos de cada mês separadamente para observar o comportamento. O x são os dias e o y a quantidade de doses	(EP₄) Organizar os dados e selecionar aqueles indispensáveis para a matematização e resolução do problema.

O aluno identifica o que pode usar e como usar na resolução de um problema (YILDIRIM, 2011). O aluno avalia seu conhecimento e o de seus colegas considerando também equipamentos e materiais disponíveis (ROSA, 2017).	A₁: [...] nós queremos fazer separado para cada vacina (Coronavac e Astrazeneca). Aí depois a gente soma as duas para chegar no modelo que dá a quantidade de pessoas vacinadas. [...] nós vamos ajustar uma quadrática para cada vacina. A₂: [...] esses gráficos são a tendência, sabe. A₁: [...] o software do Curve Expert procurando as funções para Coronavac e para Astrazeneca. Ajustamos linear, exponencial, enfim várias funções, para analisar o r. [...] Aí depois a gente soma as duas.	(EP₅) Identificar e selecionar conteúdos e procedimentos matemáticos para resolver o problema.
O aluno valida a solução antes de apresentá-la. (VORHÖLTER, 2017) O aluno escreve: quando eu obtenho uma solução, fico na expectativa de que seja a melhor a ser apresentada. (VORHÖLTER, 2017)	Prof: Vocês me disseram que têm as duas funções e o modelo final é soma das duas, certo? A₁: É, mas nós também temos o número de habitantes de população de Arapongas. Prof: Estão considerando isso fixo nesse período, é uma simplificação. A₁: Isso. Sabendo que cada pessoa precisa de duas doses, multiplicamos esse número por 2. E agora vamos usar o modelo para determinar 70% desse valor. [...] Prof: Vejam, não se costuma expressar esse tipo de informação em valores absolutos, como é o caso do número de habitantes. É mais adequado apresentar esse valor em percentual da população total. A₁: Ah, tá, é verdade professora! Nós podemos acrescentar isso. [...] no relatório e na apresentação.	(EP₆) Planejar como a resposta ao problema e a elaboração do relatório serão realizados.

Fonte: produzido pelas autoras.

O que se pode dizer então do planejamento em atividades de modelagem é que ele é marcado pelo delineamento de escolhas, atua como guia para a tomada de decisões e se fundamenta em um pensamento antecipatório, prevendo e antecipando procedimentos. Caracterizando-se como autoplanejamento, ele se vincula ao 'o que fazer' (a temática), ao 'como fazer' (os procedimentos) e ao 'quando fazer' (as metas em cada etapa) na modelagem matemática, tendo especificidades e finalidades nas diferentes etapas do ciclo de modelagem.

Considerações Finais

O planejamento, embora abordado com diferentes interesses no contexto educacional, é objeto de atenção no presente artigo sob a perspectiva da metacognição reconhecida como regulação da cognição que inclui planejar, monitorar e avaliar.

Atividades de modelagem matemática têm sido vistas pelas lentes da metacognição (YILDIRIM, 2010; STILLMAN, 2004; VORHÖLTER, 2018, 2019; VERTUAN; ALMEIDA, 2016; VORHÖLTER; KRÜGER, 2021; FRENKEN, 2021; CASTRO, 2022; ROSA, 2017; CASTRO; ALMEIDA, 2023a, 2023b). Entretanto, embora planejar seja considerado essencial para o sucesso dos alunos em atividades de modelagem (ALMEIDA, 2022; BLUM, 2015), sua mediação pela metacognição não foi ainda o foco de pesquisas na área de Modelagem Matemática.

Orientada pela questão “O planejamento em atividades de modelagem é mediado por estratégias metacognitivas?” a pesquisa aqui empreendida se pauta em duas circunstâncias: uma pesquisa empírica e um quadro teórico em que a identificação de algum tipo de estratégia relativa à regulação da cognição foi sinalizada.

A dificuldade em identificar empiricamente a presença de uma atividade metacognitiva e sua manifestação em estratégias metacognitivas é mencionada na literatura (SCHNEIDER; ARTELT, 2010). Entretanto essa identificação pode se favorecer pela própria tarefa em que se espera a mediação pela regulação, por exemplo. Relativamente a este aspecto Hasselhorn e Labuhn (2011) ponderam que somente atividades que oferecem alguma dificuldade aos alunos podem provocar o uso de estratégias metacognitivas. A modelagem matemática, todavia, requer um grupo de procedimentos que conjuntamente agregam dificuldade às ações dos alunos por um lado e, por outro lado, ativam aspectos motivacionais e disposicionais que estimulam a metacognição (BLUM, 2011; STILMANN, 2004).

O processo analítico dirigido às gravações das aulas e de encontros de orientação, aos relatórios entregues e a respostas de um questionário respondido pelos alunos, permite identificar que o planejamento nas atividades de modelagem vem cercado de indícios de previsão ou premeditação que são marcados por um pensamento antecipatório e inclui o que fazer, como fazer e quando fazer.

Diferentemente do que se poderia supor, o planejamento se estende durante todas as etapas identificadas no ciclo de modelagem, sendo, entretanto, seu efeito mais promissor em algumas etapas do que em outras.

Na escolha da situação e definição do problema, os alunos planejam a partir de expectativas de como obterão os dados e como, em etapas posteriores lidarão com eles para matematizar a situação e construir uma solução, sendo o planejamento fortemente regulado pelo pensamento antecipatório. Na etapa da resolução, o planejamento é ele próprio monitorado pelas experiências dos alunos com a modelagem matemática e pelo uso da matemática que estão dispostos a fazer ou que sentem capazes de fazer. Nesta etapa, entretanto, também está no horizonte dos alunos como irão argumentar pela defesa de seus procedimentos na apresentação do trabalho e elaboração do relatório.

Uma vez identificada (pela análise) a mediação do planejamento por uma atividade metacognitiva, um diálogo com a literatura percorrendo pesquisas já conhecidas sobre metacognição em contextos de ensino e de aprendizagem (YILDIRIM, 2011; FRENKEN, 2021; ROSA, 2017; VORHÖLTER, 2017, 2018; VORHÖLTER; KRÜGER, 2021), foram caracterizadas seis estratégias metacognitivas em que se ancora o planejamento dos

alunos: (EP1) Decidir o que é importante na definição de uma situação a ser estudada; (EP2) Definir o objetivo da atividade antes de iniciá-la; (EP3) Organizar um plano de resolução do problema considerando diferentes possibilidades; (EP4) Organizar os dados e selecionar aqueles indispensáveis para a matematização e resolução do problema; (EP5) Identificar e selecionar conteúdos e procedimentos matemáticos para resolver o problema; (EP6) Planejar como a resposta ao problema e a elaboração do relatório serão realizados.

O que se pode concluir é que o planejamento é mediado por estratégias metacognitivas em atividades de modelagem e, assim sendo, o ato de planejar requer organizar, antecipar e estruturar, que conforme sugerem Goos, Galbraith e Renshaw (2002), se fortalece pelas interações colaborativas, como é característico de atividades de modelagem matemática.

No entanto, como sugere Blum (2015), embora planejar seja importante em atividades de modelagem, articular o planejamento com o ato de monitorar e regular é importante. Em conjunto, estratégias destes três componentes podem favorecer que aquilo que funcionou bem em uma atividade seja transferido para outras atividades de modelagem. Pesquisas futuras podem se orientar por essa temática.

Referências

ALMEIDA, Lourdes M. W.; CASTRO, Élide M. V.; SILVA, Maria H. S. Recursos semióticos em atividades de modelagem matemática e o contexto on-line. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 14, n. 2, p. 383-406, 2021.

ALMEIDA, Lourdes M. W. Uma abordagem didático-pedagógica da modelagem matemática. *Vidya*, v. 42, n. 2, p. 121-145, 2022.

BANDURA, Albert. Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational behavior and human decision processes*, v. 50, p. 248-287, 1991.

BLUM, Werner. Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, p. 15-30, 2011.

BLUM, Werner. Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do?. In: *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education*. Springer, Cham, 2015. p. 73-96.

BROWN, Ann L. Knowing when, where, and how to remember; a problem of metacognition. *Advances in instructional psychology*, 1978.

BROWN, Ann L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. *Metacognition, motivation, and understanding*, p. 65-116, 1987.

CASTRO, Élide M. V. *Metacognição em atividades de modelagem matemática*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Londrina, 2022.

CASTRO, Élide M. V.; ALMEIDA, Lourdes M. W. The Individual and the Collaborative Nature of Metacognitive Strategies and Their Unfoldings for Mathematical Modelling. *Acta Scientiae*, v. 25, n. 3, p. 1-25, 2023a.

CASTRO, Élide M. V.; ALMEIDA, Lourdes M. W. Estratégias metacognitivas de um grupo de estudantes brasileiros em atividades de modelagem matemática. *Actualidades Investigativas en Educación*, v. 23, n. 1, p. 139-165, 2023b.

EILERTS, Katja; KOLTER, Jana. Strategieverwendung durch Grundschulkinder bei Modellierungsaufgaben. In: *Werner Blum und seine Beiträge zum Modellieren im Mathematikunterricht*. Springer Spektrum, Wiesbaden, 2015. p. 119-133.

FLAVELL, John H. Metacognitive development. *Structural process theories of complex human behavior*, p. 213-245, 1978.

FRENKEN, Lena. Measuring students' metacognitive knowledge of mathematical modelling. In: *Mathematical modelling education in east and west*. Springer, Cham, 2021. p. 215-225.

GALBRAITH, Peter. Modelling, education, and the epistemic fallacy. In: STILLMAN, Gloria Stillman; BLUM, Werner; BIEMBENGUT, Maria Salett. *Mathematical modelling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences*, 2015. p. 339-349.

GEIGER, Vince *et al.* Developing a task design and implementation framework for fostering mathematical modelling competencies. *Educational Studies in Mathematics*, v. 109, n. 2, p. 313-336, 2022.

GOOS, Merrilyn; GALBRAITH, Peter L.; RENSHAW, Peter D. Socially mediated metacognition: Creating collaborative zones of proximal development in small group problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, v. 49, p. 193-223, 2002.

HASSELHORN, Marcus; LABUHN, Andju S. Metacognition and Self-regulated Learning. In: BROWN, Bradford; PRINSTEIN, Mitchell. *Encyclopedia of Adolescence*, Academic Press, p. 223-230, 2011.

JOU, Graciela I.; SPERB, Tania M. A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 19, p. 177-185, 2006.

LESH, Richard *et al.* Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In: LESH, R. A.; KELLY, A. (eds.). *Handbook of research design in mathematics and science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000. p. 591-646.

MAHDAVI, Mohsen. An overview: Metacognition in education. *International Journal of Multidisciplinary and current research*, v. 2, n. 6, p. 529-535, 2014.

PANAHANDEH, Esmaeil; ESFANDIARI, Shahram. The effect of planning and monitoring as metacognitive strategies on Iranian EFL learners' argumentative writing accuracy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 98, p. 1409-1416, 2014.

PINTO, Thais F.; ARAÚJO, Jussara L. Um estudo sobre planos de atividades de modelagem matemática. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 2, p. 1-25, 2021.

PRICE-MITCHELL, Marilyn. Millenials reflect on social networking. In: PRICE-MITCHELL M. *Psychology Today*, 2014. Disponível em: <https://www.psychologytoday.com/us/blog/the-moment-youth/201406/millennials-reflect-social-networking>. Acesso em: 10 set. 2021.

ROSA, Cleci T. W. Instrumento para avaliação do uso de estratégias metacognitivas nas atividades experimentais de Física. *Revista Thema*, v. 14, n. 2, p. 182-193, 2017.

ROSA, Cleci T. W. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.

ROSA, Cleci T. W.; SANTOS, Ana C.; RIBEIRO, Cássia. Pensamento metacognitivo em estudantes do ensino médio: elaboração, validação e aplicação de um instrumento. In: *Anais do IV Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica*, Santo Ângelo, 2017. Disponível em: http://www.santoangelo.uri.br/anais/ciecitec/2017/resumos/comunicacao/trabalho_2742.pdf. Acesso em: 25 maio 2023.

SCHNEIDER, Wolfgang; ARTELT, Cordula. Metacognition and mathematics education. *ZDM*, v. 42, n. 2, p. 149-161, 2010.

SCHRAW, Gregory. Promoting general metacognitive awareness. In: *Metacognition in learning and instruction*. Springer, Dordrecht, 2001. p. 3-16.

SCHRAW, Gregory. Promoting general metacognitive awareness. *Instructional science*, v. 26, n. 1, p. 113-125, 1998.

SCHRAW, Gregory; MOSHMAN, David. Metacognitive theories. *Educational psychology review*, v. 7, n. 4, p. 351-371, 1995.

SCHUNK, Dale. Social cognitive theory and self-regulated learning. In: ZIMMERMAN, B.; SCHUNK, Dale (orgs.). *Self-regulated learning and academic achievement: theoretical perspectives*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2001. p. 125-152.

SCOTT, Brianna M.; LEVY, Matthew G. Metacognition: Examining the components of a fuzzy concept. *Educational Research e Journal*, v. 2, n. 2, p. 120-131, 2013.

STILLMAN, Gloria. Applying metacognitive knowledge and strategies in applications and modelling tasks at secondary school. *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, p. 165-180, 2011.

STILLMAN, Gloria. Strategies employed by upper secondary students for overcoming or exploiting conditions affecting accessibility of applications tasks. *Mathematics Education Research Journal*, v. 16, n. 1, p. 41-71, 2004.

VERTUAN, Rodolfo E.; ALMEIDA, Lourdes M. W. Práticas de monitoramento cognitivo em atividades de modelagem Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, v. 30, p. 1070-1091, 2016.

VORHÖLTER, Katrin. Conceptualization and measuring of metacognitive modelling competencies: Empirical verification of theoretical assumptions. *ZDM*, v. 50, n. 1, p. 343-354, 2018.

VORHÖLTER, Katrin. Enhancing metacognitive group strategies for modelling. *ZDM*, v. 51, n. 4, p. 703-716, 2019.

VORHÖLTER, Katrin. Measuring metacognitive modelling competencies. In: *Mathematical Modelling and Applications*. Springer, Cham, 2017. p. 175-185.

VORHÖLTER, Katrin; KRÜGER, Alexandra. Metacognitive strategies in modeling: comparison of the results achieved with the help of different methods. *Quadrante*, v. 30, n. 1, p. 178-197, 2021.

VORHÖLTER, Katrin. Metacognition in mathematical modeling: The connection between metacognitive individual strategies, metacognitive group strategies and modeling competencies. *Mathematical Thinking and Learning*, p. 1-18, 2021.

YILDIRIM, Tuba P. *Understanding the Modeling Skill Shift in Engineering: The Impace of Self-Efficacy, Epistemology and Metacognition*. 2011. Tese de Doutorado. University of Pittsburgh.

ZIMMERMAN, Barry. Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological development, and future prospects. *American Educational Research Journal*, v. 45, n. 1, p. 166–183, 2008.

Como citar este documento:

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; CASTRO, Élide Maiara Velozo. O planejamento como estratégia metacognitiva em atividades de modelagem matemática. *Revista Espaço Pedagógico*, Passo Fundo, v. 30, e14922, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rep.v30i0.14922>.