

## **METACOGNIÇÃO EM MODELAGEM MATEMÁTICA: UM OLHAR PARA PRODUÇÕES SOBRE ESTA TEMÁTICA**

Élida Maiara Velozo de Castro  
Universidade Estadual de Londrina  
elidamaiara.vc@gmail.com

Lourdes Maria Werle de Almeida  
Universidade Estadual de Londrina  
lourdes@uel.br

### **RESUMO**

Neste texto temos como objetivo examinar trabalhos que se referem à definição de metacognição no âmbito da Modelagem Matemática. Para tanto analisamos produções entre 2008 a 2019 tendo como base três fontes: o banco de teses e dissertações da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), o periódico ZDM (The International Journal on Mathematics Education) e livros do ICTMA (The International Community of Teachers of Modelling and Applications). A partir de uma busca inicial, encontramos dezenove trabalhos que definem e realizam argumentações sobre metacognição em Modelagem Matemática. Assim, o mapeamento e a discussão da produção selecionada nos possibilitam inferir que em alguns trabalhos a noção de metacognição é usada de forma intuitiva e sem referência a uma teoria, em outros podemos identificar perspectivas teóricas que subsidiam as argumentações dos autores. O que podemos concluir da análise desses trabalhos é que a definição de metacognição é orientada pelos objetivos que os autores têm de estabelecer interlocução entre metacognição e Modelagem Matemática.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. Metacognição. Estado da Arte.

### **INTRODUÇÃO**

A Modelagem Matemática na Educação Matemática tem sido discutida em diversos contextos e situações de pesquisa e de prática em diferentes níveis de escolaridade. No presente texto dirigimos nossa atenção para pesquisas que tratam de Modelagem Matemática e incluem no quadro teórico aspectos relativos à metacognição.

De modo geral, a Modelagem Matemática é compreendida como uma abordagem que possibilita o estudo de problemas advindos da realidade e que propicia a utilização de conhecimentos matemáticos para sua interpretação ou resolução. Nossa compreensão se alinha com a de Almeida, Silva e Vertuan (2013), de que no contexto educacional esta abordagem proporciona o ensino e a aprendizagem da Matemática por meio do estudo de problemas não matemáticos. Os alunos, com a assessoria do professor, trabalham com temas da perspectiva do que lhes é real ou útil. Nesse sentido, conforme considera Almeida (2010), a configuração de uma atividade de modelagem matemática pode ser descrita em termos de transição de uma

situação inicial, também chamada de problemática, para uma situação final, que pode ser descrita como a solução da problemática. Para que haja essa transição, os alunos, reunidos em grupos, realizam diversos procedimentos que parecem estar associados à forma como eles pensam sobre a situação, sobre a matemática, sobre as considerações do grupo e sobre suas próprias ações no desenvolvimento da atividade.

O fato de possibilitar ao aluno discutir e pensar sobre como realiza a atividade, sobre como aprende ou mobiliza conhecimentos matemáticos e conhecimentos relativos à situação em estudo, revela que aspectos do que se entende por *metacognição* podem desempenhar papel fundamental no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática. Alguns autores que tratam de aspectos metacognitivos em atividades de modelagem matemática, tais como Vertuan (2013), Hidayat, Zulnaidi; Zamri (2018) e Vorhölter; Krüger e Wendt (2019), sinalizam a importância de estudos nessa área.

Entretanto, mesmo reconhecendo a importância do tema metacognição em/na Modelagem Matemática, são poucos os trabalhos que realizam uma discussão teórica mais aprofundada, o que segundo Vouhrüter (2019) pode ser devido a dois fatores: primeiro a compreensão sobre metacognição ainda é vaga e; segundo não existem instrumentos ou critérios que permitam uma avaliação sobre aspectos metacognitivos. Maaß (2006) afirma que o termo “metacognição” não possui uma definição padronizada e que as definições vão desde o conhecimento sobre o próprio pensamento até a autorregulação na resolução de problemas.

Diante disso, sem a intenção de apresentar uma resposta singular ou esgotar reflexões, buscamos, por meio deste estudo, examinar trabalhos que abordam a metacognição no âmbito da Modelagem Matemática. Para isso elegemos como foco a de investigação examinar trabalhos que abordam a definição de metacognição no âmbito da Modelagem Matemática, nas produções entre 2008 a 2019. Utilizamos como fonte de pesquisa o Banco de Teses e Dissertações da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), trabalhos publicados na ZDM (The International Journal on Mathematics Education) e no ICTMA (The International Community of Teachers of Modelling and Applications), todos considerando o período de 2008 a julho de 2019.

Assim, sem tomar uma ou outra acepção com relação ao modo como a metacognição aparece em pesquisas que tratam da Modelagem Matemática presentes na literatura, compreendemos que o estudo sobre esses trabalhos pode servir como ponto de partida para tomada de decisão, reconhecimento de lacunas na área e indicações para investigações futuras. Nossas opções metodológicas encontram-se descritas e justificadas na seção a seguir.

## OPÇÕES METODOLÓGICAS

Nossa pesquisa tem caráter qualitativo bibliográfico e se enquadra nos estudos relativos ao “estado da arte”, pois buscamos, conforme descreve Ferreira (2002, p. 257),

mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários.

Segundo Ferreira (2002) esse tipo de estudo, caracteriza-se também por ser uma metodologia “de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles, sob os quais o fenômeno passa a ser analisado” (p. 257).

Sendo assim, para desenvolver nosso estudo, optamos por investigar os trabalhos publicados na última década no Banco de Teses e Dissertações da Capes, na ZDM e nos livros do ICTMA. O período de 2008 a julho de 2019 foi definido pelo fato de que buscamos pesquisas recentes na área que possam ter compreensões e resultados atuais e apontem sugestões e indicações sobre aspectos que ainda podem ser investigados. A escolha das fontes considera que: no banco de teses e dissertações da Capes podemos encontrar as pesquisas de mestrado e doutorado desenvolvidas no cenário nacional relativas à temática de interesse; a revista ZDM é um periódico da área de Educação Matemática com grande influência e alcance internacional; e os livros do ICTMA agregam pesquisas internacionais na área de Modelagem Matemática.

Para desenvolver nossa pesquisa sobre o tema metacognição em Modelagem Matemática definimos duas principais fases: (i) seleção dos trabalhos; e, (ii) análise e discussão dos resultados.

A primeira fase, seleção dos trabalhos é subdividida em quatro etapas quais sejam: (i) procurar por palavras-chave; (ii) definir o período de busca (2008-2019); (iii) fazer a leitura dos trabalhos selecionados; (iv) eliminar os trabalhos que citam a metacognição, mas não trazem elementos da Modelagem Matemática (vi) excluir trabalhos que não teorizam a metacognição.

A segunda fase, análise e discussão dos trabalhos é, subdividida em quatro etapas, quais sejam: (i) codificar os trabalhos selecionados; (ii) transcrever as definições de metacognição assumidas nos textos; (iii) organizar e classificar as definições utilizadas; (iv) buscar elementos que sugerem interlocução entre a definição de metacognição assumida e a Modelagem Matemática em cada trabalho.

Para a seleção dos trabalhos, iniciamos a procura por palavras-chave, tendo definido o período de busca. No tocante a estudos sobre metacognição em Modelagem Matemática, em

cenário nacional, a partir de uma busca pela palavra “metacognição” no banco de teses e dissertações da Capes, obtivemos uma tese que traz a metacognição associada à Modelagem Matemática. No site da ZDM, procuramos pelas palavras “metacognition”; “metacognitive” e “meta-cognition”. Nesse caso, optamos por três palavras-chaves porque a ferramenta de busca no site do periódico não reconhece termos parciais para raiz de palavra, como “metacognit”, e por se tratar de publicações internacionais, entendemos que a escrita da palavra pode se apresentar nessas três variações. A partir da leitura integral dos trabalhos, reconhecemos um total de 5 trabalhos associados à Modelagem em que a metacognição aparece fundamentada.

A seleção dos trabalhos nos livros das quatro últimas edições do ICTMA, se deu usando a ferramenta *localizar pelo* termo “metacognit” (entendemos que ele pode ser a “raiz” da palavra). A seguir, por meio da leitura de cada trabalho, identificamos 13 que apresentam discussões relativas à metacognição na Modelagem Matemática.

Na Tabela 1 ilustramos a quantidade de trabalhos resultantes da seleção realizada.

**Tabela 1** – Quantidade de textos que teorizam metacognição em Modelagem Matemática

Fonte	Estudos que teorizam metacognição na Modelagem
Capes	1
ZDM	5
ICTMA 13	0
ICTMA 14	4
ICTMA 15	8
ICTMA 16	1
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>

Fonte: Autoras.

Durante nossa busca, percebemos que inúmeros trabalhos se referem à metacognição, entretanto, a maioria deles apenas faz menção ao termo, sem realizar uma argumentação, aprofundamento ou referência a seu significado no contexto. Os textos apenas se referem a aspectos da metacognição que podem ter surgido em momentos pontuais da atividade de modelagem matemática. Por exemplo, em um trabalho que cita “A problematização é vista aqui como uma atividade de sala de aula que é importante do ponto de vista cognitivo e metacognitivo”. Outro se refere a “encorajar o comportamento metacognitivo” e não faz mais referência a aspectos de metacognição ou discorre sobre eles. Tais trabalhos não foram considerados para nossa análise.

A partir dos dados, classificamos os estudos que teorizam a metacognição por códigos, utilizando B<sub>1</sub> para representar o trabalho do Banco de Teses e Dissertações da Capes; Z seguido

de números sequenciais para representar os trabalhos da ZDM em ordem cronológica ( $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5$ ); I numerado com o número da edição e em sequência crescente para representar os trabalhos do livro do ICTMA ( $I_{14,1}, I_{14,2}, I_{14,3}, I_{14,4}, I_{15,5}, I_{15,6}, I_{15,7}, I_{15,8}, I_{15,9}, I_{15,10}, I_{15,11}, I_{15,12}, I_{16,13}$ ).

Na Tabela 2 apresentamos os autores dos trabalhos e seus códigos, visando contribuir na organização, classificação e análise posterior.

**Tabela 2 – Autores e códigos dos trabalhos analisados**

Cod.	Autor	Cod.	Autor
B <sub>1</sub>	VERTUAN	I <sub>14,4</sub>	DOERR; LESH
Z <sub>1</sub>	SCHUKAJLOW, KOLTER, BLUM	I <sub>15,5</sub>	ALFKE
Z <sub>2</sub>	STENDER, KAISER	I <sub>15,6</sub>	GALBRAITH; STILLMAN; BROWN
Z <sub>3</sub>	SCHUKAJLOW, KAISER, STILLMAN	I <sub>15,7</sub>	VORHÖLTER
Z <sub>4</sub>	VORHÖLTER	I <sub>15,8</sub>	BROWN
Z <sub>5</sub>	VORHÖLTER	I <sub>15,9</sub>	STENDER; KROSANKE; KAISER
I <sub>14,1</sub>	SCHAAP; VOS, GOEDHART	I <sub>15,10</sub>	ORTEGA, PUIG
I <sub>14,2</sub>	STILLMAN	I <sub>15,11</sub>	BICCARD; WESSELS
I <sub>14,3</sub>	BORROMEO FERRI	I <sub>15,12</sub>	DJEPAXHIJA et al

Fonte: Autoras.

Na Tabela 3 a seguir, organizamos as caracterizações de metacognição presentes nos trabalhos analisados.

**Tabela 3 – Definições de metacognição nos textos analisados**

REFERÊNCIA	COD.	DEFINIÇÃO
<b>Flavell (1976)</b>	B <sub>1</sub> I <sub>14,2</sub> Z <sub>4</sub>	Conhecimento sobre os próprios processos cognitivos e produtos ou qualquer coisa relacionada a eles. A metacognição refere-se, entre outras coisas, ao monitoramento ativo e conseqüente regulação e orquestração desses processos em relação aos objetos cognitivos que eles possuem, geralmente a serviço de algum objetivo ou objetivo concreto.
<b>Maaß (2006)</b>	I <sub>16,13</sub>	Descreve o pensar sobre o próprio pensamento e controlar os próprios processos de pensamento.
<b>Tanner; Jones (1993, 1995)</b>	I <sub>16,13</sub> Z <sub>3</sub>	Consciência e controle do próprio pensamento, em que os elementos distintos da metacognição não são apenas o conhecimento dos próprios processos de pensamento e o controle e aplicação desse conhecimento, são importantes as crenças dos aprendizes sobre a natureza da matemática e eles mesmos como aprendizes.
<b>Schneider; Artelt (2010)</b>	I <sub>15,7</sub> Z <sub>5</sub>	Conhecimento das pessoas sobre suas próprias habilidades de processamento de informações, bem como o conhecimento sobre a natureza das tarefas cognitivas e as estratégias para lidar com tais tarefas. Ou seja, habilidade para planejar, monitorar e regular o trabalho, bem como avaliar todo o processo.
<b>Schoenfeld (1987)</b>	I <sub>14,3</sub>	Conhecimento sobre os próprios processos de pensamento; sobre controle ou auto-regulação e sobre crenças e intenções.
<b>Definições sem referência direta</b>	I <sub>15,6</sub>	Reflexão sobre as ações ao abordar um problema do mundo real, ou seja, reflexão sobre a matemática empregada e a modelagem realizada.
	I <sub>15,9</sub>	Uma competência necessária para entender e controlar seu próprio processo de trabalho.
	I <sub>15,11</sub>	Capacidade de julgar as próprias ideias e respostas.
	I <sub>15,12</sub>	Pensar sobre o próprio pensamento e reconhecer diferentes maneiras de pensar em diversas circunstâncias durante as tarefas.

	Z <sub>2</sub>	Um ato necessário para levar os alunos a controlar o próprio trabalho, organizar seus pensamentos e apresentá-los compreensivelmente.
<b>Não define</b>	I <sub>14,1</sub> I <sub>15,4</sub> I <sub>15,5</sub> I <sub>15,8</sub> I <sub>15,10</sub> Z <sub>1</sub>	Não apresentam definição.

Fonte: Autoras.

A Tabela 3 serviu como base para nossa análise e discussão sobre o modo como cada trabalho estabelece interlocução entre a definição assumida e a Modelagem Matemática, conforme apresentamos na seção a seguir.

### ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS DEFINIÇÕES DE METACOGNIÇÃO EM TRABALHOS QUE TRATAM DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Nos trabalhos que trazem a definição de metacognição fundamentada em Flavell (1976), identificamos um interesse dos autores em investigar aspectos tratados segundo tal definição. Em B<sub>1</sub>, por exemplo, o autor que utiliza a metacognição como referencial teórico para investigar as práticas de monitoramento em atividades de modelagem matemática, ou seja, investigar o “*monitoramento* que o sujeito realiza ao resolver uma atividade de modelagem utilizando-se dos conhecimentos que tem em relação a si próprio, em relação a atividade que realiza e em relação as estratégias de resolução” (VERTUAN, 2013, p. 51, grifos nossos). O trabalho I<sub>14,2</sub> ilustra conhecimentos metacognitivos sobre Modelagem, aplicação de matemática para tarefas do mundo real e tipos de respostas metacognitivas, adequadas ou não que os estudantes podem apresentar em tais situações, com a finalidade de informar a tomada de decisão docente por meio da atividade reflexiva. Ainda, a autora traz considerações acerca da importância da *orquestração* dos processos utilizados pelos professores para desenvolver competências e estratégias metacognitivas dos alunos no contexto de Modelagem. Em Z<sub>4</sub>, a partir da definição de Flavell (1976), destaca-se que a metacognição não é apenas útil, mas necessária para resolver problemas de Modelagem Matemática com sucesso e de uma maneira *orientada pelos objetivos*. A partir disso, traz uma análise das estratégias metacognitivas utilizadas pelos alunos, buscando avaliar o processo de modelagem.

Percebemos que os trabalhos que definem metacognição sob a ótica de Flavell (1976), utilizam a conceituação do autor para justificar aspectos, em que há uma interlocução com a Modelagem, presentes em seus trabalhos, como por exemplo *monitoramento* (B<sub>1</sub>),

*orquestração* (I<sub>14,2</sub>) e *orientada pelos objetivos* (Z<sub>4</sub>), que são termos decorrentes da definição assumida.

O trabalho I<sub>16,13</sub> define metacognição a partir de duas referências: Maaß (2006) e Tanner e Jonnes (1993, 1995). Fica explícito em I<sub>16,13</sub>, cuja intenção é discutir as competências de Modelagem, que as atividades metacognitivas, como o *controle* ou o monitoramento de atividades cognitivas, eram necessárias em todas as fases do processo de Modelagem Matemática, embora nem todas as atividades fossem produtivas. Ressalta ainda que a capacidade de *controle* cognitivo de uma pessoa, nesse tipo de atividade, depende de conhecimento metacognitivo, experiências metacognitivas, metas e estratégias. Enquanto que no trabalho de levantamento bibliográfico, apresentado em em Z<sub>3</sub>, sobre cognição em atividades de modelagem matemática, os autores, que também assumem aspectos da metacognição na perspectiva de Tanner e Jonnes (1995), apontam para uma falta significativa de artigos que investigaram emoções, *crenças* ou motivação em modelagem.

Assim os trabalhos I<sub>16,13</sub> e Z<sub>3</sub>, mesmo com objetivos distintos e naturezas diferentes (pesquisa empírica e levantamento bibliográfico), parecem recorrer a aspectos tratados na definição de Tanner e Jonnes (1993, 1995), tais como *controle* e *crenças* e os fazem associados ao desenvolvimento de Modelagem. I<sub>16,13</sub> complementa seu entendimento com a definição de Maaß (2006).

Buscando identificar um método ou instrumento para avaliar competências metacognitivas em Modelagem, o estudo I<sub>15,7</sub> é pautado na definição de Schneider e Artelt (2010) e classifica a metacognição em *conhecimento* e *habilidades* metacognitivas (também chamadas de estratégias metacognitivas). Quanto ao conhecimento, pode ser declarativo que é tomado como conhecimento explícito ou como conhecimento a ser explicitado, sendo subdividido em “conhecimento das características das tarefas, conhecimento de estratégias apropriadas e conhecimento das habilidades e competências das pessoas envolvidas com atividades de modelagem” (VORHÖLTER, 2017, p. 176, tradução nossa). Além disso, também inclui habilidades executivas relacionadas ao *monitoramento*, à *autorregulação* e ao fato de *avaliar* o processo e as próprias atividades cognitivas em Modelagem Matemática.

Em Z<sub>5</sub> a metacognição é utilizada para compreender o entendimento dos membros do grupo, o processamento de tarefas, bem como interação dentro do grupo (de si, do outro e de outra forma), pois considera que a metacognição em grupo tem maior importância que a metacognição individual. Vorhölter (2019) enfatiza o desafio e a necessidade de obter métodos que permitam avaliar as estratégias metacognitivas enquanto os alunos se envolvem com tarefas de Modelagem. Sendo assim, o estudo traz uma definição de metacognição, pautada em

Schneider e Artelt (2010), e apresenta *estratégias* metacognitivas, dividida em estratégias de procedimento, de *regulação* e de *avaliação* tanto para o nível de individual do aluno, quanto pode ser assumida também para o nível de grupo, durante a resolução de problemas de Modelagem Matemática.

Sendo assim, entendemos que a definição de Schneider e Artelt (2010) serve de fundamento para discussões sobre as competências metacognitivas associadas a *estratégias*, *conhecimentos* e *habilidades*, bem como a aspectos relativos ao *monitoramento*, *regulação* e *avaliação* dos processos cognitivos e de Modelagem, os quais podem conduzir a um instrumento para avaliar as competências em Modelagem, foco dos estudos I<sub>15,7</sub> e Z<sub>5</sub>.

Outra referência para definir metacognição é Schoenfeld (1987), assumida pelo trabalho I<sub>14,3</sub>. Este trabalho apresenta uma investigação sobre os bloqueios cognitivos em Modelagem. Para isso, evidencia que aspectos relacionados à metacognição possibilitam que os alunos levem em consideração que o modo de pensar é essencial para a Modelagem Matemática. Isso pode servir de base para aprender a descrever e explicar os *próprios processos de pensamento*, seja do pensamento em geral ou sobre o processo de modelagem. Inferências de I<sub>14,3</sub>, indicam que aspectos da metacognição podem promover uma Modelagem sem bloqueios nos alunos.

O estudo I<sub>14,3</sub> sugere, portanto, que é preciso compreender a precisão ao descrever seu próprio pensamento (*conhecimento sobre o próprio pensamento*); como está conseguindo acompanhar as atividades de modelagem que desenvolve enquanto resolve problemas e como orienta as ações de resolução de problemas (*controle ou autorregulação*); e, por fim, quais ideias traz para o trabalho em matemática e como isso molda a maneira como faz a matemática (*crenças e intenções*) (BORROMEO FERRI, 2011). Esses aspectos parecem estar respaldados na definição, conforme Schoenfeld (1987), de metacognição assumida no trabalho.

Dos trabalhos que trazem definições de metacognição sem fazer menção a referenciais teóricos, compreendemos que apresentam similaridades com as definições referenciadas, entretanto definem segundo a necessidade de pesquisa do trabalho.

Por exemplo, o trabalho I<sub>15,6</sub> propõe olhar para o que chama de “metacognição antecipatória”, na qual a ênfase está na *reflexão sobre ações* ainda não realizadas, mas que tem possibilidade de vir a acontecer. Essa *reflexão* pode verificar a precisão da matemática, avaliar uma solução em relação às implicações contextuais ou examinar decisões tomadas em algum estágio intermediário do processo de modelagem. Ainda, que a definição de metacognição apresentada no estudo está relacionada a aspectos de tal *reflexão*.

Um estudo sobre as competências de modelagem em I<sub>15,9</sub>, apresenta o ciclo de modelagem como um meio metacognitivo para atividades em sala de aula, isso porque, durante



o ciclo, diferentes competências são necessárias, dentre elas, a *competência* metacognitiva. Para adquirir essas competências, Segundo Stender, Krosanke e Kaiser (2017) “é essencial tanto que os alunos trabalhem de forma independente e por conta própria” (p. 470), quanto que intervenções “sejam utilizadas como um ‘gatilho’ de processos metacognitivos” (p.473).

O foco da metacognição, também definida em I<sub>15, 11</sub> sem referenciar trabalho ou autor específico, está nos termos dos alunos que *julgam suas próprias ideias*, já que a modelagem é caracterizada por um sentimento de incerteza, porque há muitos caminhos a serem seguidos. Um motivo para que essa definição tenha sido assumida é que o estudo I<sub>15, 11</sub> busca avaliar habilidades de modelagem de grupo, por meio de *perguntas*, norteadas por alguns princípios estabelecidos, que abrangem áreas como realidade, construção, reflexão, representações, construção de protótipos e generalização. O uso desses princípios, segundo os autores, permite unir competências metacognitivas e cognitivas dos alunos, e das *respostas* dos grupos em modelagem.

Outro trabalho que traz uma definição própria de metacognição é I<sub>15, 12</sub>, isso enquanto buscam avaliar as competências matemáticas dos alunos, tomando como base os processos de respostas dos alunos enquanto resolvem problemas de modelagem. Instruções do tipo “*pense como você mesmo*” e “*como você pode resolver esse problema*”, faz com que os alunos trabalhem metacognitivamente após a leitura do problema. Há indícios no texto de que sem tais orientações a reflexão metacognitiva se dá mais tarde, no decorrer da resolução. Os alunos entenderam que poderiam *pensar* o problema sob *diferentes maneiras*, e construir o modelo matemático apropriado para o problema. As respostas dos alunos mostram que eles “usaram seu conhecimento extra-matemático e matemático ao lidar com a problema de Modelagem” (DJPAXHIJA *et al.*, 2017, p. 610).

O trabalho Z<sub>2</sub> investiga quais tipos de atividades de andaime e intervenções dos professores são adequadas para promover a independências dos alunos em atividades de modelagem. As atividades metacognitivas são utilizadas, em Z<sub>2</sub>, para interpretar como a responsabilidade pelo desempenho de uma tarefa é gradualmente transferida para o aprendiz. Foi identificada uma medida eficaz de andaime e fácil de aplicar: pedir aos alunos que *expliquem* o estado de seu trabalho. Isso dá ao professor tempo e informações para um diagnóstico detalhado e leva os alunos a refletir e *estruturar seus próprios resultados*.

Além disso, identificamos trabalhos que não apresentam uma definição de metacognição, embora tragam elementos sobre como ela é abordada em Modelagem; discuta sobre sua relevância no desenvolvimento de atividades de modelagem ou em pesquisas na área não apresentam indícios do que estamos entendendo por definição de metacognição. Neste caso,

optamos neste momento por não fazer discussões sobre tais trabalhos, por entender que foge ao escopo do presente estudo, deixamos apenas a indicação de investigações futuras com essa abordagem.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração nosso objetivo de examinar trabalhos que se referem à definição de metacognição no âmbito da Modelagem Matemática, tecemos algumas considerações acerca da análise realizada.

Nossa análise nos leva a ponderar que é possível identificar diferentes caracterizações para o termo *metacognição*, podendo ser considerada como conhecimento, como pensar, como ato, como competência ou como reflexão. Entretanto, tais caracterizações se assemelham em muitos pontos de modo que termos como *controle*, *próprios pensamentos*, *conhecimento*, *regulação* são recorrentes na maioria das caracterizações. Reconhecemos que a opção por assumir uma ou outra foi direcionada pelos objetivos que os autores tinham ao estabelecer interlocução entre a metacognição e a Modelagem Matemática.

As opções por determinadas caracterizações de metacognição em cada estudo se mostram coerentes ao longo dos estudos analisados. Isso porque, aspectos presentes na caracterização de metacognição assumida ficam evidentes ao longo dos textos, bem como a existência de interlocução entre tais aspectos e a investigação realizada em torno da Modelagem podem ser identificados. Como por exemplo, nos trabalhos que trazem Flavell (1976) para definir metacognição, há alguma intenção em discutir sobre *monitoramento* ou *orquestração*, no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática, no contexto apresentado por esse autor. Assim como também acontece com o trabalho que trata das *estratégias* e *habilidades*, em Modelagem Matemática, as quais aparecem sob a caracterização de metacognição de Schneider e Artelt (2010).

Nossas análises também nos mostram que dos trabalhos selecionados referentes à metacognição em Modelagem Matemática, grande parte discute elementos relacionados ao “avaliar”, seja avaliar a tarefa, a matemática utilizada na resolução do problema de modelagem (I<sub>15,12</sub>), as habilidades (I<sub>15,11</sub>), as competências de modelagem (I<sub>15,7</sub> e Z<sub>5</sub>) ou avaliar os próprios aspectos metacognitivos envolvidos na atividade (Z<sub>4</sub>, Z<sub>5</sub>, I<sub>15,7</sub>).

Mesmo dos estudos que trazem caracterização sem usar explicitamente um referencial teórico, os quais dizemos que são definições sem referência direta, é possível notar aproximações com outra caracterização, como por exemplo o “controlar” e o “pensar”. Um

aspecto que as diferencia é o fato de que duas das caracterizações olham para o controle do próprio processo de “trabalho” ( $I_{15,9}$ ,  $Z_2$ ) ao invés do processo de “pensamento” ( $I_{15,3}$ ,  $I_{16,13}$ ,  $Z_2$ ).

Inferimos ainda que alguns trabalhos tinham como foco o estudo de aspectos da própria metacognição associados à modelagem matemática, como em  $B_1$  e  $I_{15,7}$ . Em outros casos ( $Z_2$  e  $I_{15,9}$ , por exemplo) a metacognição apareceu como pano de fundo, como auxiliar, para fundamentar discussões ou colaborar com inferências complementares ao tema em estudo.

Concluimos por fim, que embora a metacognição venha sendo citada em vários trabalhos relacionados à Modelagem Matemática, ainda há um número relativamente pequeno dos trabalhos que teorizam a metacognição. Destes que teorizam, em alguns deles ainda falta assumir como estão compreendendo a metacognição a partir de uma definição pautada em referencial teórico ou mesmo sob própria compreensão. Os que teorizam e apresentam uma definição, conseguem, de certo modo, estabelecer interlocuções entre metacognição e Modelagem Matemática.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1. ed. 1ª reimpressão. SP: Contexto, 2013.

BORROMEO FERRI, R. Effective mathematical modelling without blockages—a commentary. In: **Trends in teaching and learning of mathematical modelling**. Springer, Dordrecht, 2011. p. 181-185.

DJEPAXHIJA, B.; et al. Assessing mathematizing competences through multiple-choice tasks: Using students’ response processes to investigate task validity. In: **Mathematical Modelling and Applications**. Springer, Cham, 2017. p. 601-611.

FERREIRA, N. S. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & sociedade**, v. 23, p. 257, 2002.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. **The nature of intelligence**, p. 231-235, 1976.

MAAB, K. What are modelling competencies? **ZDM**. 2006; 38: 113–142

MALHEIROS, A. P. S. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 26, n. 43, p. 883-905, 2012.

SILVA, C.; KATO, L. A. Quais elementos caracterizam uma atividade de modelagem matemática na perspectiva sociocrítica? **Boletim de educação matemática**, v. 26, n. 43, p. 817-838, 2012.

SCHNEIDER, W.; ARTELT, C. Metacognition and mathematics education. **ZDM Mathematics Education**, 42, 149-161. 2010.



SCHOENFELD, A. What's all the fuss about metacognition? Teoksessa A. Schoenfeld (toim.)

**Cognitive science and mathematics education.** 1987.

STENDER, Peter; KROSANKE, Nadine; KAISER, Gabriele. Scaffolding complex modelling processes: An in-depth study. In: **Mathematical Modelling and Applications.** Springer, Cham, 2017. p. 467-477.

VORHÖLTER, K. Enhancing metacognitive group strategies for modelling. **ZDM**, p.1-14, 2019.

TANNER, H; JONES, S. Developing metacognition through peer and self assessment. **Teaching and learning mathematics in context**, p. 228-240, 1993.

TANNER, H.; JONES, S. Developing metacognitive skills in mathematical modelling—a socio-constructivist interpretation. **Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications**, p. 61-70, 1995.

VERTUAN, R. E. **Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática.** 2013. 247p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, 2013.

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

VORHÖLTER, K. Enhancing metacognitive group strategies for modelling. **ZDM**, p.1-14, 2019.