

Modelagem Matemática e Criatividade: algumas confluências

Elvis Ricardo Viana¹

Rodolfo Eduardo Vertuan²

Resumo: Das diferentes preocupações sobre as quais repousam a atenção das pesquisas que temos desenvolvido no âmbito de um grupo de estudo em Educação Matemática, uma delas, de modo particular, diz respeito ao desenvolvimento da Criatividade em contextos de aulas com Modelagem Matemática. Nesta perspectiva, neste ensaio temos como objetivo estabelecer uma aproximação teórica entre a Modelagem Matemática, tomada na perspectiva da Educação Matemática, e a Criatividade, principalmente no que diz respeito aos elementos do processo criativo. Neste sentido, apresentamos nosso entendimento sobre Modelagem Matemática e sobre Criatividade; empreendemos uma revisão de literatura sobre Modelagem e Criatividade e, por último, apresentamos uma aproximação entre elementos do processo criativo e a Modelagem Matemática, o que chamamos de confluências. Esse movimento permitiu-nos apontar, dentre outras considerações, que aspectos do processo criativo tais como liberdade, investigação, mobilização de ações cognitivas e metacognitivas dos estudantes, são também aspectos destacados na literatura para as atividades de Modelagem Matemática como contribuições para o ensino e para a aprendizagem.

Palavras-chave: Processo Criativo. Ensino e Aprendizagem. Modelagem Matemática.

Mathematical Modeling and Creativity: some confluences

Abstract: Among the different concerns in what the research have leaning, inside Mathematics Education's study group, one those is about the development of creativity in contexts of Mathematical Modeling class. In this sense, in this theoretical research, we aim to establish a theoretical approach between Mathematical Modeling, taken from the perspective of Mathematical Education, and Creativity, especially regarding the elements of the creative process. Therefore, we present our understanding of Mathematical Modeling and Creativity; undertake a literature review on Modeling and Creativity and, finally, we present an approximation between elements of the creative process and Mathematical Modeling, what we named confluences. Thus, allowed us to point out, among other considerations, aspects of the creative process such as freedom, investigation, mobilization of students' cognitive and metacognitive actions, which also stand out in the literature as contributions of Mathematical Modeling activities to teach and learning.

Keywords: Creative Process. Teaching and Learning. Mathematical Modeling.

¹ Mestre em Ensino de Matemática. Professor da Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED-PR). Paraná, Brasil. ✉ elvis-rihanna@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-6240-9560>.

² Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática e do Mestrado em Matemática em Rede Nacional, ambos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Paraná, Brasil. ✉ rodolfovertuan@utfpr.edu.br  <https://orcid.org/0000-0002-0695-3086>.

Modelación Matemática y Creatividad: algunas confluencias

Resumen: De las diferentes inquietudes en las que se centra la atención de la investigación que hemos desarrollado dentro de un grupo de estudio en Educación Matemática, una de ellas, en particular, se refiere al desarrollo de la creatividad en contextos de clases con Modelación Matemática. En esta perspectiva, en este estudio, pretendemos establecer un acercamiento teórico entre la Modelación Matemática, desde la perspectiva de la Educación Matemática, y la Creatividad, especialmente en lo que respecta a los elementos del proceso creativo. En este sentido, presentamos nuestra comprensión de la Modelación Matemática y la Creatividad; realizamos una revisión de la literatura sobre Modelación y Creatividad y, finalmente, presentamos una aproximación entre elementos del proceso creativo con la Modelación Matemática, lo que llamamos confluencias. Este movimiento permitió señalar, entre otras consideraciones, que aspectos del proceso creativo, como la libertad, la investigación, la movilización de las acciones cognitivas y metacognitivas de los estudiantes, son también aspectos destacados en la literatura para las actividades de Modelación Matemática como aportes para lo enseño y al aprendizaje.

Palabras clave: Proceso Creativo. Enseño y Aprendizaje. Modelación Matemática.

Considerações iniciais

No âmbito da Educação Matemática, no que se refere às diferentes metodologias de ensino que preconizam a investigação e o protagonismo do aluno na sala de aula, a Modelagem Matemática tem se destacado.

Neste sentido, um número significativo de pesquisas tem se debruçado em investigar acerca das diferentes concepções da Modelagem Matemática, como também as contribuições do seu uso no âmbito da Educação Básica (QUARTIERI; KNIJNIK, 2012; POLLAK, 2015; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016; NUNES; NASCIMENTO; SOUZA, 2020). Além desses interesses, outras temáticas têm ganhado destaque nas pesquisas acadêmicas, como, por exemplo, a questão da formação de professores em Modelagem Matemática (ALMEIDA; SILVA, 2015; KLÜBER; TAMBARUSSI, 2017; KLÜBER, 2017; OLIVEIRA; KLÜBER, 2017; MARTINS et al. 2018; MALHEIROS; FORNER; SOUZA, 2020; DURANDT; LAUTENBACH, 2020) e as tendências da pesquisa em Modelagem Matemática (MALHEIROS, 2012; TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014; STILLMAN; BLUM; BIEMBENGUT, 2015; OLIVEIRA, 2016; KATO; OLIVEIRA, 2020).

No que se refere às tendências da pesquisa em Modelagem Matemática, destacamos Kato e Oliveira (2020), que investigaram os focos temáticos que emergiram dos trabalhos apresentados na sétima edição do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), especificamente, dos artigos publicados pelo Grupo de Trabalho 10 (GT 10) de Modelagem Matemática. Os resultados mostram que dos trabalhos analisados, cinco núcleos temáticos puderam ser identificados: i) sobre práticas com

Modelagem Matemática; ii) ensino e aprendizagem em/de Modelagem Matemática; iii) fases/etapas de Modelagem Matemática; iv) formação em Modelagem Matemática; v) outros.

Dos trabalhos analisados por Kato e Oliveira (2020), consideramos o trabalho de Vertuan e Setti (2018), o qual versou sobre um tema original no âmbito do evento: Criatividade e Modelagem Matemática. Kato e Oliveira (2020) afirmam que “o assunto da ‘criatividade’ investigado se mostra inédito no âmbito do SIPEM, do modo como propôs o estudo” (KATO; OLIVEIRA, 2020, p. 293-294), embora o trabalho tenha sido articulado ao núcleo relacionado às práticas com Modelagem Matemática por apresentar reflexões acerca dos processos de ensino e de aprendizagem de professores em formação inicial.

Para os autores, a identificação dos focos apresentados no VII SIPEM, assim como a verificação de temas poucos discutidos nos trabalhos analisados, “indicam que ainda há um terreno amplo para ser explorado no campo da Modelagem Matemática” (KATO; OLIVEIRA, 2020, p. 294), dentre eles a Criatividade.

Anterior ao trabalho de Kato e Oliveira (2020), identificamos outro estudo que investigou as tendências da pesquisa em Modelagem Matemática a partir do mapeamento dos trabalhos publicados nas II, III, IV, V e VI edições do SIPEM (OLIVEIRA, 2016). Todavia, não identificamos trabalho ou menção à Criatividade como foco dos artigos analisados, o que para nós, revela a incipiência de investigações acerca do tema no âmbito das pesquisas em Modelagem Matemática na comunidade brasileira. Tal constatação, por sua vez, corrobora com Kato e Oliveira (2020), de que ainda há um amplo domínio a ser explorado nas pesquisas em/com Modelagem Matemática. É, pois, neste sentido, que trazemos à baila, neste trabalho, o nosso olhar para a Modelagem Matemática e para a Criatividade.

Mediante as considerações apresentadas, retratamos, nas próximas seções, nosso entendimento sobre Modelagem Matemática e sobre Criatividade. De modo a situar nosso estudo, abarcamos, ainda, uma apresentação (atualizada) do levantamento feito por Viana (2020) acerca dos trabalhos publicados relativos à Modelagem Matemática e Criatividade em âmbito nacional, para, na sequência, tratarmos do nosso objetivo neste artigo: *estabelecer uma aproximação teórica dos elementos do processo criativo*, encontrados em Alencar e Fleith (2009), *com a Modelagem Matemática, enquanto alternativa pedagógica* (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016).

Adotamos, para este objetivo, o formato de um ensaio teórico considerando a abordagem qualitativa dos dados (MARCONI; LAKATOS, 2003), pois este tipo de trabalho,

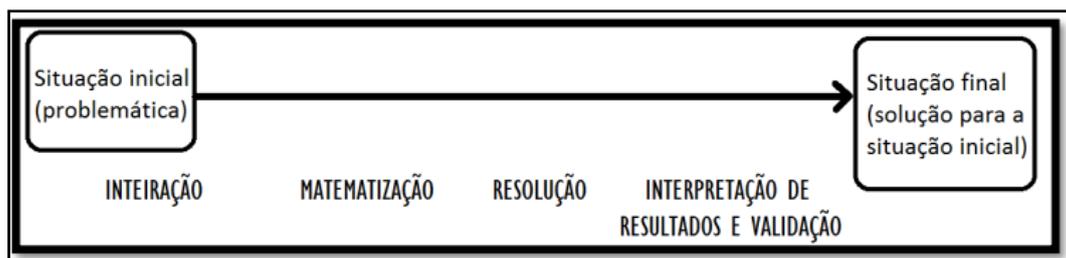
segundo Severino (2007), além de ser formal e discursivo, é considerado um estudo rigoroso com alto nível de interpretação, permitindo ao autor a liberdade para reflexão e a argumentação referente ao(s) objeto(s) de estudo. A discussão das confluências teóricas que identificamos entre Modelagem e Criatividade precedem a apresentação das considerações finais do trabalho.

Sobre a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática

Há na literatura diferentes entendimentos de Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. De modo geral, estes entendimentos têm se dirigido à compreensão de que a Modelagem Matemática, enquanto prática de sala de aula aborda, em sua essência, situações-problema reais por meio da Matemática, e essas situações, por sua vez, estão relacionadas aos interesses dos estudantes que realizam a investigação. Neste sentido, é justo considerar que a Modelagem Matemática apresenta como característica principal “a possibilidade de abarcar a cotidianidade ou a relação com aspectos externos à Matemática, caracterizando-se como um conjunto de procedimentos mediante o qual se definem estratégias de ação do sujeito em relação a um problema” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 15).

Em nossos trabalhos, entendemos a Modelagem Matemática, assim como Almeida, Silva e Vertuan (2016), como uma alternativa pedagógica na qual se aborda, por meio da Matemática, um problema ou situação, inicialmente não matemáticos. Neste sentido, uma atividade de Modelagem Matemática pode ser concebida a partir de um conjunto de procedimentos que visam apresentar, para uma situação inicial e problemática, uma resposta matemática para ela (situação final). Assim, no decorrer da transição da situação inicial para a situação final, diversos processos são empreendidos pelos estudantes, caracterizando as denominadas fases da Modelagem. Para esses autores, as fases são: *inteiração*, *matematização*, *resolução*, *interpretação de resultados e validação* (Figura 1).

Figura 1: Fases da Modelagem Matemática



Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 15)

Na atividade, a fase *inteiração* se dá quando os envolvidos se inteiram acerca do

objeto de estudo, que geralmente é um tema proposto pelo professor ou escolhido pelos próprios alunos, considerando seus interesses. É nesta fase que ocorrem a seleção e a coleta de dados, como também a formulação do problema pelo grupo.

Na maioria das vezes, os dados e informações coletados pelos alunos, apresentam-se em linguagem natural e, por isso, carecem de um tratamento matemático que viabilize a investigação por lentes matemáticas. Assim, a transição das etapas, da linguagem natural para uma linguagem matemática adequada, é que caracteriza a fase *matematização*.

A fase *resolução*, por sua vez, consiste na descrição da situação inicial em uma representação matemática que possibilite reflexões e, como o próprio nome sugere, a “resolução” das questões elaboradas para investigação. Esta representação, construída pelos alunos durante o desenvolvimento da atividade, recebe o nome de modelo matemático e tem dentre as finalidades: descrever a situação; responder às perguntas formuladas na investigação; permitir a análise das dimensões levantadas na investigação; e, em alguns casos, fazer previsões sobre o fenômeno em estudo. Em se tratando de uma representação para a situação-problema, uma infinidade de modelos pode emergir das resoluções dos alunos, seja na forma algébrica ou através de outros registros de representação.

Já a fase de *interpretação de resultados e validação* se refere ao momento em que os estudantes fazem a análise das respostas construídas, confrontam os resultados e avaliam a adequabilidade do modelo em relação às proposições construídas no início da atividade.

Ainda que tais fases não se dêem de modo linear como as descrevemos, os “constantemente movimentos de ‘ida e vinda’ entre essas fases caracterizam a dinamicidade da atividade” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 17). Por outro lado, a caracterização da atividade está mais relacionada ao modo pelo qual os alunos realizam a atividade, do que pelo estabelecimento de um ciclo definido ou de um programa a ser cumprido, pois em atividades de Modelagem são os alunos que deliberam sobre os encaminhamentos empreendidos, de modo que os conteúdos matemáticos utilizados na resolução do problema emergem na medida em que são necessários. Deste modo, os alunos tanto podem utilizar conceitos matemáticos familiares, como podem aprender novos através da atividade e da intervenção pertinente do professor. Aliás, a intervenção do professor é, neste sentido, um fator “fundamental para contribuir com o ensino e aprendizagem da matemática em atividades de Modelagem Matemática” (CARVALHO; SILVEIRA, 2019, p. 178).

Dentre os aspectos favoráveis em relação ao uso da Modelagem Matemática enquanto prática de ensino, Almeida, Silva e Vertuan (2016) destacam o resultado de vários anos de pesquisa, os quais demonstram que: a motivação, a autonomia, o uso de diferentes recursos e a aprendizagem significativa do conteúdo matemático têm sido recorrentes nos relatos de práticas relacionadas à Modelagem Matemática, sobretudo na Educação Básica. A fim de ampliar a discussão acerca da Modelagem Matemática trazemos para este trabalho aspectos gerais também sobre a Criatividade.

Sobre a Criatividade e os aspectos do Processo Criativo

Considerada uma habilidade cada vez mais requerida nas diversas situações do mundo moderno, a Criatividade tem figurado, também, com mais ênfase, nos interesses de pesquisas nas últimas décadas. São inúmeros os trabalhos que discutem o estímulo e o desenvolvimento da Criatividade nos diferentes campos da sociedade (organizações, escolas, campo das artes etc.) (ALENCAR; FLEITH, 2009). Nesse ensaio, todavia, nos atentamos, de modo particular, para o processo criativo no contexto educacional, de modo a articularmos aspectos desse processo com a Modelagem Matemática. Assim, nesta seção, empreendemos uma discussão sobre a Criatividade e apresentamos uma caracterização do processo criativo e dos seus elementos.

De acordo com o dicionário Aulete (2020), o termo criatividade é reconhecido como *capacidade de inventar, criar, conceber na imaginação*. Compreende ainda a *qualidade de quem ou do que é inovador, criativo e original*. Neste mesmo sentido, são encontradas outras definições em relação ao termo tanto na literatura, como nos usos do próprio termo (TORRANCE, 1965; ALENCAR; FLEITH, 2009). Por isso vale destacar: “é bem mais fácil identificar-se a criatividade que conceituá-la” (ANTUNES, 2004, p. 11).

Sob um olhar mais pragmático, a Criatividade pode ser entendida como um conjunto de habilidades que são manifestadas por um indivíduo em determinadas situações (ALENCAR; FLEITH, 2009). Essas manifestações, por sua vez, podem se dar em diferentes graus e momentos, de modo que os indivíduos podem se mostrar mais ou menos criativos em diferentes situações. A esse respeito, Alencar e Fleith (2009) atentam para a influência de fatores intrapessoais (habilidades cognitivas, traços de personalidade) e dos fatores externos ao indivíduo (sociedade, ambiente etc.) na manifestação da criatividade.

As autoras consideram como habilidades cognitivas, os “processos psicológicos envolvidos com o conhecimento, a compreensão, a percepção e a aprendizagem” (ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 26). Neste sentido, a Criatividade pode ser identificada pela

presença de um conjunto destas habilidades, as quais caracterizam habilidades do pensamento criativo³: fluência, flexibilidade, originalidade, elaboração, redefinição e sensibilidade para problemas (ALENCAR; FLEITH, 2009). De acordo com as autoras,

[...] por fluência, entende-se a habilidade do indivíduo para gerar um número relativamente grande de ideias na área de atuação. [...] flexibilidade de pensamento implica uma mudança de algum tipo, uma mudança de significado na interpretação ou uso de algo; uma mudança na estratégia de fazer uma dada tarefa ou na direção do pensamento. [...] implica, portanto, romper com um padrão de pensamento, visualizando o problema sob vários enfoques. [...] também é importante a presença da originalidade, a qual é estudada por meio da representação de respostas incomuns e remotas. [...] a elaboração consiste na facilidade em acrescentar uma variedade de detalhes a uma informação, produtos ou esquemas, [...] já a redefinição implica transformações, revisões ou outras modalidades de mudanças na informação. [...] um outro traço associado ao pensamento criativo é a sensibilidade para problemas, que diz respeito a habilidade de ver defeitos, deficiências em uma situação na qual usualmente não se percebem problemas (ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 27-30).

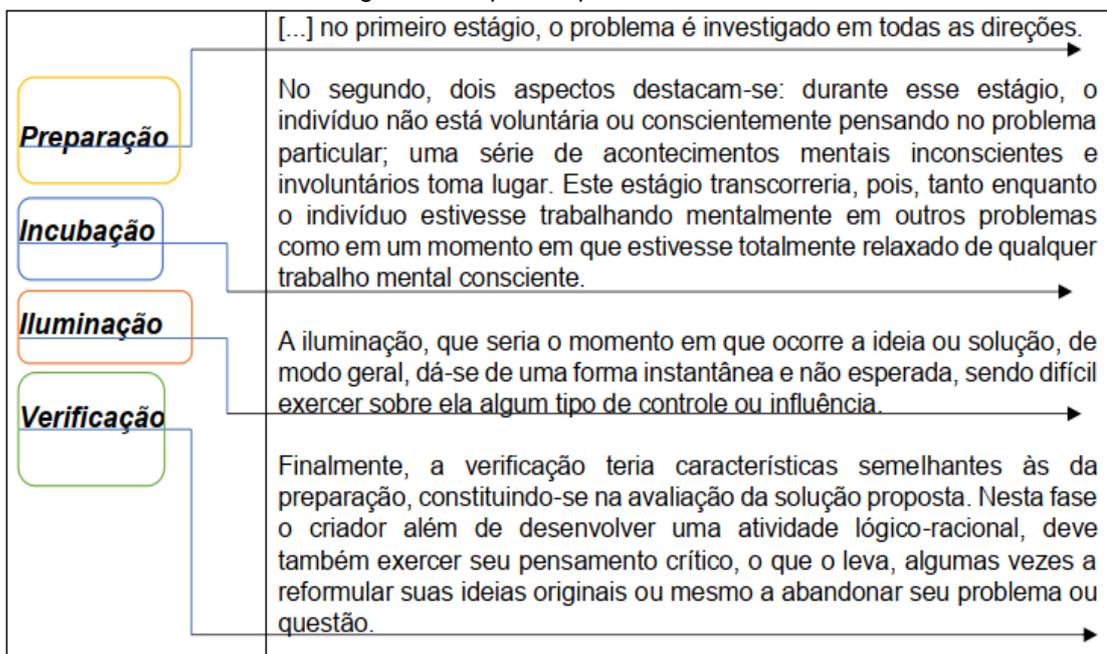
Em relação às influências acerca da manifestação da Criatividade, têm-se destacado as contribuições do psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi. A este estudioso atribui-se as principais referências acerca da influência de fatores externos para o desenvolvimento da Criatividade, as quais caracterizam e embasam a Perspectiva de Sistemas. Segundo Alencar e Fleith (2009) a Perspectiva de Sistemas é um dos quatro modelos de estudo da Criatividade que compreendem a Criatividade como um processo sistêmico, não individual. O modelo, proposto por Csikszentmihalyi por volta de 1988, considera a Criatividade como resultado da relação de três fatores: *indivíduo*, *campo* e *domínio*. Nesta relação se identificam: o indivíduo, o qual carrega uma bagagem genética própria e possui um acervo de experiências; o *domínio*, que se refere ao conjunto de regras e procedimentos de uma determinada área do conhecimento (exemplo, a matemática); e *campo*, que envolve o conjunto de especialistas que julgariam a ideia ou a criação. É no fator *campo* que uma ideia é julgada como criativa ou não, e tal avaliação implica, por sua vez, na incorporação ou não da ideia no domínio referente a ela (ALENCAR; FLEITH, 2009).

Já no que diz respeito aos estudos do processo criativo, Alencar e Fleith (2009) fazem referência às contribuições do matemático Henri Poincaré, que por volta de 1902, apresentou as primeiras reflexões acerca das fases do processo criativo e suas implicações

³ Para Torrance (1965, p. 8, tradução nossa), o pensamento criativo é entendido como um “processo de detectar dificuldades, problemas, lacunas de informação, elementos ausentes, fazer suposições ou formular hipóteses sobre essas deficiências; testar essas suposições e possivelmente revisá-las e testá-las novamente; e finalmente comunicar os resultados”.

no desenvolvimento da Criatividade. O matemático concebia que o processo criativo ocorria em três distintas fases, que denominou de *preparação*, caracterizada pelo esforço consciente e uso de cálculos para tentar resolver certo problema; *iluminação*, momento de amadurecimento da ideia pelo inconsciente e surgimento do *insight*; e a fase de *verificação de ideias*. Mais à frente, por volta de 1926, o psicólogo inglês Graham Wallas apresentou um modelo semelhante ao de Poincaré, em que considerou o processo de criação, não em três, mas em quatro estágios diferentes: *preparação*, *incubação*, *iluminação* e *verificação*. Um entendimento deste processo é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Etapas do processo criativo



Fonte: Elaborado pelos autores com referência em Alencar e Fleith (2009, p. 44)

Quanto ao entendimento do processo criativo em Matemática, diversas pesquisas também foram realizadas. Segundo Pinheiro (2013), Amaral (2016) e Gontijo et al (2019), as primeiras referências ao estudo da Criatividade no campo da Matemática se atribuem aos matemáticos Poincaré (1854-1912) e a Jacques Hadamard (1865-1963).

Poincaré fez sua contribuição no campo da criação em matemática, refletindo, a partir de suas próprias experiências, a função do consciente e do inconsciente no processo de criação, pois segundo ele, estas funções pareciam estar intrinsecamente conectadas, de modo que o esforço empreendido pelo consciente na resolução de um determinado problema corroborava para a ativação das funções do inconsciente no encontro de uma resposta ou solução.

Já Hadamard, em seu trabalho "*Psicologia da invenção Matemática*", tratou de estudar o processo criativo, baseando-se em suas experiências com a Matemática e nas

experiências de colegas contemporâneos, através das quais buscou analisar a influência de um conjunto de aspectos, tais como rotina, ambiente, hábitos e preferências, no processo criativo (HADAMARD, 2009). Os resultados, segundo o autor, sinalizam que estes fatores possuem estreitas relações com o processo de criação, que recebem influência tanto de aspectos intrínsecos dos sujeitos, como dos aspectos presentes no ambiente.

Considerações mais recentes, como, por exemplo, as de De la Vega (2003), vê o processo criativo em Matemática em quatro momentos distintos: Preparação, Inspiração, Incubação e Verificação. Para o autor, a *Preparação* seria o momento do “namoro” com a situação ou problema propriamente dito, de modo que o esforço do consciente predomina nesta etapa. Já a fase de *Inspiração*, seria o momento em que as ideias começam a emergir, o que geralmente ocorreria após um longo período de preparação. Na sequência, se daria então o momento de *Incubação*. Neste momento, o indivíduo deixaria de refletir sobre a situação desejada e passaria a interagir com outras tarefas não relacionadas ao problema. É nesta hora que se verifica o trabalho do inconsciente no processo de criação. Por fim, no momento de *Verificação*, a ideia elaborada seria analisada em termos de sua validade, chegando deste modo, à conclusão do processo criativo. Para o autor, embora seja difícil aferir acerca da dimensão e da configuração de cada momento no processo de criação, tal caracterização parece ser a mais frequentemente usada na literatura.

Feitas nossas considerações sobre Criatividade e sobre Modelagem Matemática, passamos a tratar, na próxima seção, de uma revisão de literatura sobre trabalhos desenvolvidos em âmbito nacional que atentam simultaneamente para os dois temas.

Modelagem Matemática e Criatividade: uma revisão da literatura nacional

De modo a situar nosso trabalho em relação ao que já se tem produzido, nesta seção apresentamos um breve levantamento de trabalhos que versam sobre Modelagem Matemática e Criatividade, tendo como ponto de partida um estudo⁴ de Viana (2020). Deste modo, apresentamos uma discussão atualizada do levantamento feito por Viana (2020), agregando outros três trabalhos, considerando, todavia, o cenário nacional e o recorte temporal do ano de 2019: Dal Pasquale Júnior (2019), Palma (2019) e Viana e Vertuan (2019). Passamos, pois, a apresentar o conjunto de trabalhos: Pereira (2008, 2013, 2016), Brandt (2016), Vertuan e Setti (2018), Viana *et al* (2019), Dal Pasquale Júnior (2019), Palma (2019) e Viana e Vertuan (2019).

⁴ O estudo de Viana (2020) abarca um levantamento realizado no período de 2008 a outubro de 2019.

O primeiro trabalho (PEREIRA, 2008) é uma dissertação de mestrado que teve por objetivo “identificar e analisar aspectos relativos à criatividade presentes em situações de ensino que utilizam a Modelagem Matemática como metodologia de trabalho e investigação” (PEREIRA, 2008, p. 12). Mediante a construção de um corpo teórico que retrata as principais características da Criatividade (habilidades do indivíduo criativo, geração de ideias, autonomia, testagem de hipóteses, etc.), a autora propôs analisar atividades de Modelagem Matemática (pesquisa meta-analítica) descritas em quatro dissertações de mestrado. Neste contexto, a autora apresenta como primeiro resultado que “a liberdade de ação dos estudantes e a tarefa na perspectiva heurística são pontos-chave para a promoção da criatividade em sala de aula” (PEREIRA, 2008, p. 94).

Destaca, ainda, que a abordagem de situações advindas da realidade dos alunos, contribuiu nos aspectos relacionados à motivação e ao autoconceito. Estes aspectos, por sua vez, indicam condições favoráveis ao desenvolvimento da Criatividade nas atividades de Modelagem Matemática. Embora a Modelagem apresente diversos fatores que se associam ao desenvolvimento da Criatividade, a autora destaca, que “a Modelagem Matemática em si não propicia o desenvolvimento da criatividade dos estudantes” (PEREIRA, 2008, p. 95). Fatores como o ambiente no qual os alunos estão inseridos e os modos como o professor intervém na sala de aula, também devem ser considerados. Em se tratando da relação entre Criatividade e Modelagem Matemática, este trabalho é, segundo nossa busca, o primeiro desenvolvido em âmbito nacional.

Outro trabalho de Pereira (2013) é um artigo de cunho bibliográfico, no qual a autora se propôs a analisar o potencial criativo da Resolução de Problemas e da Modelagem Matemática no contexto de aulas de Matemática. Neste trabalho a autora destaca que a intervenção do professor na sala de aula; o conhecimento a respeito da Criatividade e da Educação Matemática; o conhecimento acerca das novas tendências de ensino, são aspectos substanciais para que se proporcione o desenvolvimento da Criatividade pelos estudantes. A autora ressalta, ainda, que “para que a criatividade em Matemática se manifeste nas aulas de Matemática, é necessário que as relações entre estudantes e professores sejam de colaboração e participação ativa no desenvolvimento da atividade” (PEREIRA, 2013, p. 11), logo, as relações afetivas são aspectos importantes nos ambientes de ensino que visam estimular a Criatividade, de modo que o incentivo e o apoio às ideias dos alunos sejam sempre presentes.

Já em capítulo de livro publicado em 2016, Pereira (2016) trata das relações da Modelagem Matemática e o papel do professor, acerca dos aspectos referentes ao

desenvolvimento da Criatividade na sala de aula. Neste trabalho, a autora aponta que a Modelagem Matemática e a Criatividade são campos de estudos nos quais é possível encontrar convergências de objetivos e ideias e, possuem desta forma, vários aspectos em comum, como, por exemplo, o pensamento criativo, que se identifica pela tomada de consciência de problemas; pelo pensar em possíveis soluções; e, ainda, pelo confronto da resposta encontrada. Outro aspecto para o desenvolvimento da Criatividade, apontado em seu trabalho como importante, é que, além do domínio do conteúdo básico, o professor “deve estar aberto aos questionamentos e às sugestões dos estudantes” (PEREIRA, 2016, p. 210).

No mesmo livro, encontra-se ainda o trabalho de Brandt (2016), que apresenta um ensaio teórico sobre o pensamento complexo, a Criatividade e as representações semióticas em atividades de Modelagem Matemática. Este trabalho teve por objetivo tanto propor reflexões teóricas sobre o pensamento complexo e a Criatividade, quanto o intuito de elencar possíveis relações destes conceitos com a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (BRANDT, 2016). Para a discussão teórica, a autora assume a Modelagem Matemática como uma alternativa metodológica e entende o pensamento complexo como aquele capaz de interpretar um fenômeno para além de uma simplificação imediata. Deste modo, o pensamento complexo diz respeito à forma de pensar, que agrega a totalidade de uma situação em um nível elevado de entendimento.

Dentre as conclusões apresentadas pela autora “destaca-se que a complexidade do fenômeno exige a criatividade para o enfrentamento dos problemas, mas que não emerge por si só, por contemplação, e sim por desafios, tal como possibilitado pela metodologia da Modelagem Matemática” (BRANDT, 2016, p. 175). É por este aspecto que o trabalho aponta que há convergências das teorias supracitadas, em especial, sob a perspectiva da Modelagem Matemática adotada.

O artigo escrito por Vertuan e Setti (2018) tratou de analisar a percepção de alunos egressos de um curso de Licenciatura em Matemática sobre suas formações iniciais. Na pesquisa, os alunos responderam a um questionário com perguntas que diziam de momentos significativos e criativos vivenciados em sua formação inicial. O estudo mostrou, dentre outros aspectos, que a percepção dos alunos sobre o que consideram alunos e professores criativos, denotam aspectos de habilidades criativas como originalidade, flexibilidade e fluência. Os autores apontam, ainda, que “os aspectos de criatividade relacionados às ações dos alunos diferem dos aspectos relacionados às ações dos docentes, devido ao entendimento dos egressos acerca do que compete a um e a outro no

ambiente escolar” (VERTUAN; SETTI, 2018, p. 14).

Ao trazer à memória ações desenvolvidas em sua formação inicial que denotassem estímulo ou promoção da Criatividade, os participantes apontaram que as atividades desenvolvidas em laboratórios, as atividades experimentais, investigativas e as atividades de Modelagem Matemática se destacavam, pois, segundo eles, permitem no contexto de suas formações, a promoção da liberdade e da autonomia. Ademais, os alunos apontaram para a importância do tempo investido nestas tarefas e nas discussões feitas em grupo. Assim, esses fatores retratados no trabalho, são apontados na literatura como essenciais para a promoção de um ambiente favorável à Criatividade e às ações criativas.

No artigo de Viana *et al* (2019), os autores se propuseram a investigar quais aspectos de Criatividade, direcionados pelos pressupostos da originalidade, flexibilidade e fluência, podem emergir no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. A atividade analisada tratava da investigação sobre a quantidade de fios de cabelo de uma pessoa. O estudo mostra que, na atividade analisada, as ações dos alunos na resolução do problema, denotam, ora ou outra, aspectos relacionados à flexibilidade e fluência, devido à abundância de ideias e à mobilização dos diferentes registros de representação dos objetos matemáticos nas tarefas, como também considera original o método utilizado pelos alunos para a coleta de dados, no caso, a construção de um protótipo.

Nas considerações da pesquisa, os autores destacam que “nem sempre a abundância de ideias e/ ou estratégias matemáticas estarão presentes em outras atividades de Modelagem, pois ao considerar a natureza da atividade, pode ser que alguns aspectos criativos estejam menos presentes” (VIANA, *et al.* 2019, p.10). Logo, os resultados se aproximam das ideias de Pereira (2008), de que o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem por si só não tende a garantir a promoção da Criatividade, dado que a intervenção do professor, as estratégias por ele utilizadas nas atividades, interferem diretamente nos processos de criação e aprendizagem dos alunos.

O trabalho de Dal Pasquale Júnior (2019), por sua vez, trata-se de uma dissertação de mestrado em que o autor buscou investigar, baseado na Perspectiva de Sistemas da Criatividade, em quais momentos, durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, ocorrem a “geração de ideias” e quais implicações essas ideias desencadeiam na investigação dos problemas. Foram participantes deste estudo alunos da Licenciatura em Matemática de uma universidade estadual já iniciados em Modelagem.

Dos resultados encontrados, o autor aponta que atividades de Modelagem, enquanto prática investigativa, tanto favorecem, como estimulam a geração de ideias durante o

envolvimento dos alunos com a situação-problema, principalmente nos vinte primeiros minutos da atividade, momento no qual é identificada a busca e seleção de informações acerca do tema investigado. Segundo o autor, nestes momentos foi possível observar que “o julgamento surgiu constantemente entre os alunos e esse fato tem impacto direto nas ideias que surgem e são rejeitadas, ou mesmo, nas ideias que deixam de ser apresentadas no âmbito das discussões” (DAL PASQUALE JUNIOR, 2019, p. 7).

A partir do desenvolvimento de atividades de Modelagem com alunos de um 5º do Ensino Fundamental, Palma (2019) buscou, em seu trabalho, investigar quais manifestações de criatividade poderiam emergir durante a realização destas atividades pelos alunos. No que diz respeito a essas manifestações, o autor tomou como referências para análises quatro dimensões da Criatividade: fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração. Os resultados encontrados indicam que atividades de modelagem têm potencial de favorecer diferentes aspectos de criatividade, inclusive os destacados anteriormente. Disto ocorreu que a relação entre Criatividade e Modelagem Matemática, nas atividades analisadas, podem acontecer devido a vários fatores, como, por exemplo: os conhecimentos prévios dos alunos e o seu papel ativo na atividade; devido ao interesse pelo tema e o envolvimento dos alunos durante as atividades e, ainda, que atividades de Modelagem Matemática com experimentação tendem a favorecer o surgimento e a implementação de ideias criativas.

O último trabalho que retratamos é o de Viana e Vertuan (2019). Na pesquisa, de natureza empírica, os autores se propuseram a refletir sobre o uso de estratégias de estímulos à Criatividade durante o desenvolvimento de duas atividades de Modelagem Matemática por alunos de um 5º ano do Ensino Fundamental. O trabalho se refere a resultados parciais da pesquisa do primeiro autor, que tinha por objetivo analisar as implicações decorrentes do uso, pelo professor, de três estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática: estratégia de brainstorming, alteração e dramatização. No presente artigo, os autores se propuseram a refletir sobre o uso da estratégia de *alteração*, a qual consiste, durante a atividade, na proposição de um novo problema pelo professor do tipo “e se?”. Para análise, os autores tomaram os registros produzidos pelos alunos durante o desenvolvimento de duas atividades.

Os resultados revelam, dentre outros aspectos, que o uso de *alteração*, além de estimular diferentes habilidades criativas, entre elas a geração de ideias, sinaliza para o favorecimento da aprendizagem dos alunos, sem descaracterizar os processos que são particulares de uma atividade de Modelagem Matemática. Para os autores, o uso de tal

estratégia pelo professor no contexto das atividades analisadas implicou, para além de contribuir para o desenvolvimento da Criatividade, a oportunidade da inserção de novos questionamentos na atividade através da proposta do “e se?”.

Diante das considerações apresentadas até aqui, passaremos a tratar, na próxima seção, de uma aproximação teórica referente aos elementos do processo criativo, tomados segundo entendimento de Alencar e Fleith (2009), com a Modelagem Matemática enquanto alternativa pedagógica, tomada na perspectiva de Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Uma aproximação dos elementos do Processo Criativo com a Modelagem Matemática numa perspectiva da Educação Matemática

Para Alencar e Fleith (2009), apesar de não existir um entendimento único em relação às etapas do processo criativo, de modo geral, considera-se uma fase de preparação, uma de iluminação e uma de verificação (comunicação das ideias). As autoras realizam algumas considerações acerca desse processo criativo:

- Ele não ocorre de maneira sistemática e organizada do começo ao fim. As etapas [...] não seguem necessariamente, uma sequência linear.
- Condições favoráveis à criação, como disponibilidade de tempo e recursos, devem ser levadas em consideração no processo criativo.
- Motivação intrínseca é um fator importante.
- No decorrer deste processo, observa-se a conjugação de aspectos cognitivos e afetivos.
- Bagagem de conhecimentos sobre a área investigada é essencial para o desenvolvimento e para a implementação de novas ideias.
- Estratégias metacognitivas, como monitoramento e avaliação, são utilizadas em diferentes momentos do processo (ALENCAR; FLEITH, 2009, p. 56-57).

A partir destes apontamentos, buscamos tratar da articulação dos elementos do processo criativo com a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática.

No que diz respeito à *não linearidade das fases do processo criativo*, por exemplo, consideramos o que afirmam Almeida, Silva e Vertuan (2016), de que os processos que caracterizam a atividade de Modelagem Matemática também ocorrem em fases não lineares. Estas fases, por sua vez, são caracterizadas por: inteiração; matematização; resolução; e, interpretação de resultados e validação (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016). Segundo os autores, “ainda que essas fases constituam procedimentos necessários para a realização de uma atividade de Modelagem Matemática, elas podem não decorrer de forma linear, e constantes movimentos de ‘ida e vinda’ entre essas fases caracterizam a dinamicidade da atividade” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 16-17). Assim,

compreendemos que tanto o processo criativo quanto a Modelagem Matemática denotam aspectos que remetem à autonomia e à liberdade dos estudantes, que neste caso são caracterizadas pela não linearidade das ações empreendidas na solução de um problema e na possibilidade de os alunos encaminharem diferentes resoluções, devido ao caráter investigativo das atividades e o fato de o problema inicial ser, essencialmente, aberto.

Em relação às *condições favoráveis à criação* como a disponibilidade de tempo e recursos, relacionamos ao que Almeida, Silva e Vertuan (2016) apontam sobre a utilização de recursos tecnológicos no desenvolvimento das atividades como também dos diferentes meios para a coleta de dados (pesquisa, entrevista, experimentação etc.). Estes recursos oferecem, por sua vez, condições favoráveis à pesquisa e ao desenvolvimento de novos conhecimentos pelos alunos, pois, “em atividades de modelagem, os alunos tanto podem ressignificar conceitos já construídos quanto construir outros diante da necessidade de seu uso” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 23).

Quanto à disponibilidade de tempo para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2016) relatam que coexistem pelo menos quatro situações em que uma atividade de Modelagem Matemática pode ser desenvolvida em sala de aula: separação, combinação, integração e interdisciplinar. Neste sentido, a caracterização de uma atividade de Modelagem Matemática “reside muito mais nas iniciativas, ações e procedimentos realizados pelo professor e pelos alunos do que em delimitações de tempo e espaço de realização da atividade” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 23). Todavia, a liberdade em relação ao tempo empregado nas atividades denota características favoráveis à aprendizagem. É neste sentido que acreditamos que condições favoráveis à criação, disponibilidade de tempo e recursos podem ser satisfeitas em atividades de Modelagem Matemática na perspectiva supracitada.

Aliás, destacamos como aspecto essencial para a aprendizagem, inclusive e principalmente de Matemática, o tempo de dedicação dos estudantes para pensar em encaminhamentos e soluções para os problemas, bem como para comunicar e discutir suas ideias e a de seus pares. Ao considerar a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, entendemos que possibilitar e respeitar esse tempo de amadurecimento de ideias e de investigação pelos alunos, é condição primeira para a realização da atividade.

No que diz respeito aos *aspectos motivacionais* concernentes ao processo criativo, destacamos os aspectos relacionados à motivação intrínseca, sendo essa, aquela que eflui do indivíduo, quando se empenha em desenvolver uma ação de seu interesse. Neste sentido, Almeida, Silva e Vertuan (2016) salientam que a abordagem de situações advindas

de contextos reais dirige-se essencialmente a mostrar a aplicabilidade da Matemática nas diversas áreas do conhecimento e, com isso, tende a levar os alunos a se sentirem mais motivados quando realizam as atividades. Segundo os autores:

uma justificativa importante para a visualização da aplicação de conceitos diz respeito aos aspectos motivacionais. Esse é, provavelmente, um dos aspectos mais evocados na literatura para justificar a inclusão de atividades de Modelagem Matemática na prática escolar, ancorando-se em argumentos que defendem que situações de ensino que proporcionam ao aluno contato com o contexto real podem motivá-los para o envolvimento nas atividades e para a construção de conhecimento (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 30).

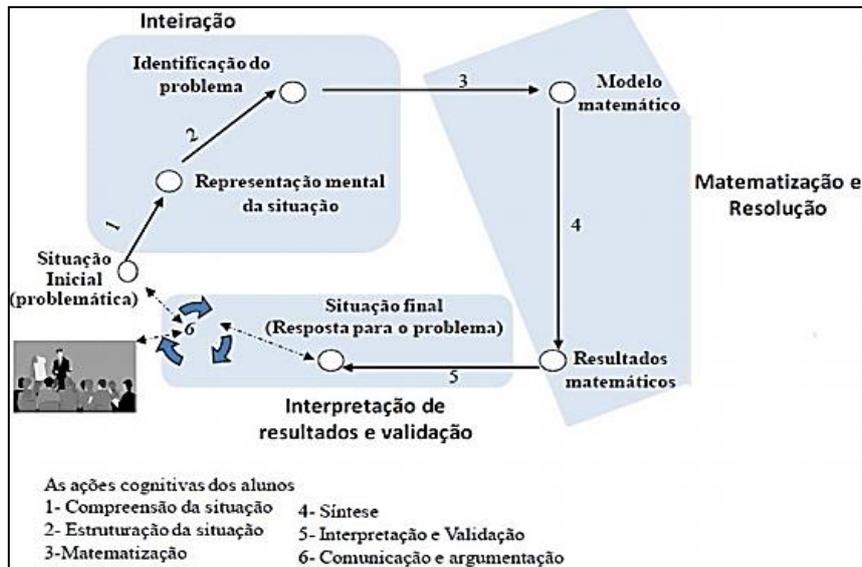
Logo, os aspectos motivacionais podem ser suscitados pelas práticas de Modelagem Matemática, tanto pela dimensão de autonomia, como pelo convite à investigação de questões reais. Com isso, é possível afirmar que a Modelagem Matemática se associa aos elementos do processo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2009) também quando apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento de aspectos motivacionais por meio das atividades. Atentamos, todavia, para o fato de que o que se constitui um aspecto motivacional para um sujeito pode não se caracterizar do mesmo modo para outro. Isso implica na necessidade de discutir diferentes temas e realizar distintas abordagens em sala de aula, de modo que diferentes alunos, com motivações diferentes, possam sentir-se incluídos no contexto escolar em diferentes momentos.

Neste mesmo sentido, Almeida, Silva e Vertuan (2016, p. 30) afirmam que em atividades de Modelagem “uma motivação contextualizada com o curso ou com a vida real cria nos alunos uma afetividade com a disciplina e o desejo de aprender”. Logo, consideramos que o fator *conjugação de aspectos cognitivos e afetivos* (ALENCAR; FLEITH, 2009), também se mostram presentes e favorecidos em atividades de Modelagem Matemática.

Quanto aos aspectos cognitivos que podem ser mobilizados pelos alunos em atividades de Modelagem Matemática, Almeida, Silva e Vertuan (2016) identificam ações cognitivas que podem figurar no empreendimento de uma atividade: compreensão da situação; estruturação da situação; matematização; síntese; interpretação e validação; comunicação e argumentação.

A síntese das ações mobilizadas nas diferentes etapas da atividade de Modelagem Matemática pode ser visualizada na Figura 3.

Figura 3: Fases da Modelagem Matemática e as ações cognitivas dos alunos



Fonte: Almeida, Silva, Vertuan (2016, p. 19)

Nas atividades de Modelagem Matemática, as ações cognitivas dos alunos podem ser caracterizadas pelo esforço, matemático inclusive, exigido nas tarefas nas diferentes etapas do processo de resolução, uma vez que as tarefas requerem a conjugação e mobilização de diferentes conhecimentos pelos alunos. Essas ações denotam, assim como nos processos criativos (ALENCAR; FLEITH, 2009), elementos que se associam ao desenvolvimento da Criatividade.

No que se refere à *bagagem de conhecimento sobre a área investigada como essencial ao desenvolvimento e implementação de novas ideias*, Almeida, Silva e Vertuan (2016) destacam que o caráter investigativo das atividades de Modelagem, permite a mobilização e a utilização de diversos conceitos matemáticos e não matemáticos, pois na medida em que os alunos avançam na atividade, os mesmos “podem aplicar conhecimentos já construídos durante as aulas ou construir novos conhecimentos” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2016, p. 22). É por essa perspectiva que acreditamos que a mobilização dos conhecimentos, novos ou não, matemáticos ou não, tenderão a se associar à promoção e ao desenvolvimento da Criatividade e, com isso, promover a geração e implementação de ideias. A liberdade proporcionada pela atividade favorecerá tanto a aprendizagem como a autonomia dos alunos no desenvolvimento da atividade.

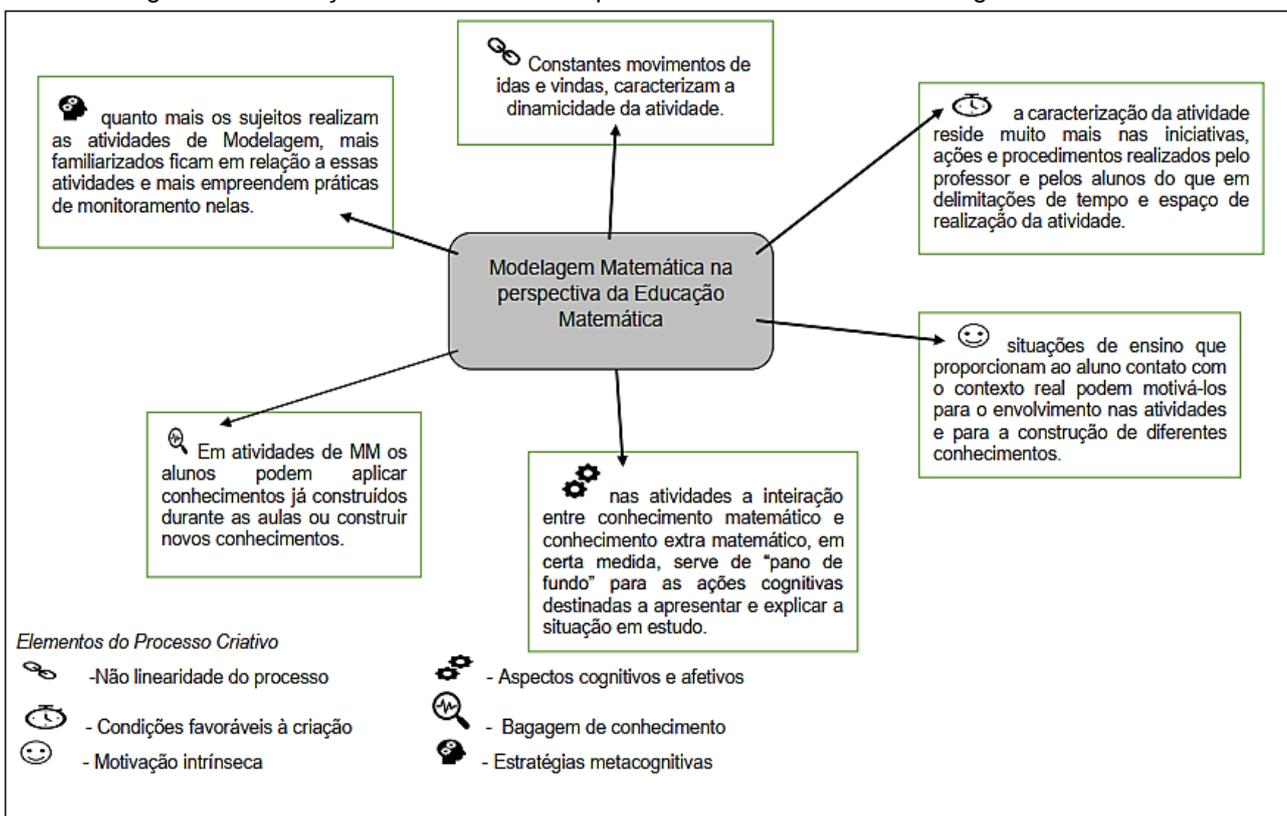
No que diz respeito ao último aspecto enumerado por Alencar e Fleith (2009), referente à mobilização de *estratégias metacognitivas* como caracterizadora do processo criativo, Vertuan e Almeida (2016, p. 1086) destacam que em atividades de Modelagem muitas estratégias metacognitivas podem ser verificadas, como, por exemplo, as práticas

de monitoramento. Para eles “quanto mais os sujeitos realizam as atividades de Modelagem, mais familiarizados ficam em relação a essas atividades e mais empreendem práticas de monitoramento nelas” e isso se dá “porque as práticas de monitoramento cognitivo são, assim como conceitos e procedimentos, aprendidas por intermédio de mediações nas interações sociais, principalmente no momento em que falas medeiam a ação do outro e a formação da consciência” (VERTUAN; ALMEIDA, 2016, p. 1086).

É também por isso que Vertuan e Almeida (2016) enfatizam a importância do trabalho colaborativo nas atividades de Modelagem, pois nesta concepção, as atividades tendem a estimular ações referentes às práticas de monitoramento e de avaliação. Esses processos, por sua vez, podem permear tanto as ações individuais como coletivas dos grupos, e se mostram presentes tanto na elaboração das ideias como na comunicação entre os alunos. Logo, a mobilização de estratégias metacognitivas como caracterizadora do processo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2009) é satisfeita na concepção de Modelagem Matemática de Almeida, Silva e Vertuan (2016).

A partir das considerações articuladas nesta seção, apresentamos na Figura 4, a relação dos elementos do processo criativo (ALENCAR; FLEITH, 2009), com a Modelagem Matemática segundo entendimento de Almeida, Silva e Vertuan (2016).

Figura 4: Articulação dos elementos do processo criativo com a Modelagem Matemática



Fonte: Elaboração dos Autores

Algumas considerações

Revisitando as considerações presentes no início deste ensaio, nossa intenção de pesquisa dizia respeito em estabelecer uma aproximação teórica entre a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática, tomada na perspectiva de Almeida, Silva e Vertuan (2016), com os elementos do processo criativo tomados segundo a caracterização de Alencar e Fleith (2009).

Assim, entre interpretar a Modelagem numa perspectiva da Educação Matemática e compreender os elementos do processo criativo, diversas confluências foram sendo identificadas. Das reflexões que emergiram no decorrer deste estudo, destacamos a relação dos elementos do processo criativo com a Modelagem Matemática na Figura 4. Destaca-se, todavia, a liberdade dos processos (busca e solução de um problema) e o estímulo à investigação como principais fatores que dizem respeito as confluências entre os objetos de estudo.

Apesar de estudos sinalizarem a potencialidade da Modelagem Matemática para o desenvolvimento da Criatividade na sala de aula (PEREIRA, 2008; PALMA, 2019), as confluências teóricas abordadas neste artigo sugerem a reciprocidade de contribuições da Modelagem para com a Criatividade e, desta, com a Modelagem. Ademais, somos conscientes que um amplo campo de lacunas ainda precisa ser discutido. Não é suficiente apontarmos que a Modelagem Matemática tem potencial para desenvolver a Criatividade dos alunos, por exemplo, sem reconhecer a importância de promover uma reflexão mais aprofundada a este respeito, principalmente nos ambientes de formação de professores, onde, segundo Alencar e Fleith (2009) concepções equivocadas sobre Criatividade ainda vigoram.

Ações, por exemplo, na formação de professores em/com Modelagem, podem constituir a continuidade desta pesquisa, dada a influência que tem sido apontada para a intervenção do professor quando o assunto é estimular a Criatividade (GONTIJO, 2006; ALENCAR, 2007; PEREIRA, 2008; PEREIRA, 2016; ALENCAR; BRAGA; MARINHO, 2016). Por outro lado, é urgente o desenvolvimento de um número maior de estudos tanto de natureza teórica ou empírica, nas quais as relações entre ensino, aprendizagem, Modelagem e Criatividade figurem como focos.

Por fim, destacamos que a pertinência em dedicarmos nossa atenção à Criatividade neste artigo não se respalda apenas na possibilidade de novas compreensões acerca do tema, o que por si só já seria relevante, mas também na constatação do pequeno número

de pesquisas que vêm sendo desenvolvidas em âmbito nacional aliando Modelagem e Criatividade, e até mesmo Educação Matemática e Criatividade, fato que poderia nos fazer questionar: a incipiência de trabalhos sobre Criatividade na Modelagem Matemática em âmbito nacional seria reflexo do pouco conhecimento a respeito deste domínio, ou estaria relacionada ao entendimento da Criatividade na pesquisa acadêmica, assim como já sinalizaram Setti, Viana e Vertuan (2019), como um termo entendido, de modo suficiente, no âmbito do senso comum? Está aí mais uma possibilidade para trabalhos futuros.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — CNPq, a quem agradecemos pelo financiamento.

Referências

- ALENCAR, E. M. L. S. Criatividade no Contexto Educacional: três décadas de pesquisa. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 23, p. 45-49, 2007.
- ALENCAR, E. S.; BRAGA, N. P.; MARINHO, C. D. **Como desenvolver o potencial criador**. 12 ed. Petrópolis: vozes, 2016.
- ALENCAR, E. E.; FLEITH, D. S. **Criatividade: múltiplas perspectivas**. 3 ed. 2ª reimpressão - Brasília: Universidade de Brasília, 2009.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. Práticas de professores com Modelagem Matemática: algumas configurações. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 46, p. 6-15, 2015.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. 1 ed. 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2016.
- AMARAL, N. A. R. **A Criatividade Matemática no contexto de uma competição de resolução de problemas**. 2016. 453f. Tese (Doutorado) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.
- ANTUNES, C. **A Criatividade na sala de aula**. 2ed. Vozes: Petrópolis, 2004.
- AULETE. **Dicionário online**, 2020. Disponível em: <www.aulete.com.br>. Acesso em setembro de 2020.
- BRANDT, C. F. Um ensaio sobre a Complexidade, a Criatividade e as Representações Semióticas em uma atividade de Modelagem Matemática. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Orgs.). **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** [online] 2 ed. ver. Ponta Grossa: Editora UEPG, p. 163-181, 2016.
- CARVALHO, D. S.; SILVEIRA, M. R. A. Jogos de linguagem na perspectiva de Wittgenstein evidenciados em atividades de Modelagem Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática, RenCima**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. 171-190, 2019.

- DAL PASQUALE JUNIOR, M. L. **Criatividade e geração de ideias em atividades de Modelagem Matemática**. 2019. 195f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.
- DE LA VEGA, M. L. C. Creatividad Matemática y Resolución de Problemas. **SIGMA**, Madrid, n. 22, p. 25-34, 2003.
- DURANT, R.; LAUTENBACH, R. D. Pre-service Teacher's Sense-making of Mathematical Modelling through a Design-Based Research Strategy. In: KAISER, G.; STILLMAN, G. A.; LAMPEN, C. E. (Eds) **Mathematical Modelling Educacion and Sense-making**. New York, Springer, p. 431-442, 2020.
- GONTIJO, C. H. Estratégias para o desenvolvimento da Criatividade em Matemática. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 12, n. 23, p. 229-244, 2006.
- GONTIJO, C. H.; CARVALHO, A. T.; FONSECA, M. G.; FARIAS, M. P. **Criatividade em Matemática: conceitos, metodologias e avaliação**. Brasília: editora UNB, 2019.
- HADAMARD, J. **Psicologia da invenção na Matemática**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. – Rio de Janeiro: Contraponto, 2009.
- KATO, L. A.; OLIVEIRA, W. P. Um olhar aos núcleos temáticos em Modelagem Matemática que emergiram dos trabalhos do VII SIPEM. **Com a palavra o Professor**, Vitória da Conquista, v. 5, n. 11, p. 284-302, 2020.
- KLÜBER, T. E. Formação de professores em Modelagem Matemática na educação matemática brasileira: questões emergentes. **Educere et Educare: Revista de Educação**, Cascavel, v. 12, n. 24, p. 1-11, 2017.
- KLÜBER, T. E.; TAMBARUSSI, C. M. A formação de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma hermenêutica. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, n. 3, p. 412-426, 2017.
- MALHEIROS, A. P. S. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 23, n. 43, p. 861-882, 2012.
- MALHEIROS, A. P. S.; FORNER, R.; SOUZA, L. B. Formação de professores em Modelagem e a escola: que caminhos perseguir? **ReBECCEM**, Cascavel, v. 4, n. 1, p. 01-22, 2020.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARTINS, S. R.; MUTTI, G. S. L.; CARVALHO, F. J. R.; KLÜBER, T. E. Grupo de estudos em contextos de formação em Modelagem Matemática: o sentido atribuído por professores a partir de artigos publicados em periódicos. **Contexto & Educação**, Unijuí, v.33, n. 104, p. 417-457, 2018.
- NUNES, A.; NASCIMENTO, W.; SOUZA, B. N. P. A. Modelagem Matemática: um panorama da pesquisa brasileira na educação básica. **RenCima**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 232-253, 2020.

OLIVEIRA, A. M. P. Uma agenda de pesquisa para a Modelagem Matemática brasileira. In: Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática, 2016, 7., Londrina. **Anais [...]** Londrina: UEL, 2016, p. 1-11.

OLIVEIRA, W. P.; KLÜBER, T. E. Formação de professores em Modelagem Matemática: uma hermenêutica dos relatórios do GT 10 – Modelagem Matemática da SBEM. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 19, n. 2, 167-186, 2017.

PALMA, R. M. **Manifestações da Criatividade em Modelagem Matemática nos Anos Iniciais**. 2019. 117f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/Cornélio Procópio, 2019.

PEREIRA, E. **A Modelagem Matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade**. 2008. 104f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

PEREIRA, E. Modelagem Matemática e Resolução de Problemas como potencializadoras da criatividade no ensino de Matemática. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 2013, 11., Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: PUC-PR, 2013. p. 1-13.

PEREIRA, E. A Modelagem Matemática e o papel do professor de Matemática para o desenvolvimento da Criatividade. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Orgs. **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** [online] 2 ed. ver. Ponta Grossa: Editora UEPG, p. 201-212, 2016.

PINHEIRO, S. C. C. **A Criatividade na Resolução e Formulação de Problemas: uma experiência didática numa turma do 5º ano de escolaridade**. 2013. 199f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Educação, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Viana do Castelo – Portugal, 2013.

POLLAK, H. O. The Place of Mathematical Modelling in the system of Mathematics Education: perspectives and prospect. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds) **Mathematical Modelling in Education research and pratic: cultural, social end cognitive influences**. New York, Springer, p. 265-276, 2015.

QUARTIERI, M. T.; KNIJNIK, G. Modelagem Matemática na escola básica: surgimento e consolidação. **Caderno pedagógico**, Lageado, v. 9, n. 1, p. 9-26, 2012.

SETTI, E. J. K.; VIANA, E. R.; VERTUAN, R. E. Criatividade na Educação Matemática: o que se mostra dos trabalhos publicados no XII ENEM. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 2019, 13., Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: UNEMAT, 2019, p. 1-15.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. Cultural, Social, Cognitive and Research Influences on Mathematical Modelling Education. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds) **Mathematical Modelling in Education research and pratic: cultural, social end cognitive influences**. New York, Springer, p. 1- 33, 2015.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. Focos da pesquisa stricto sensu em Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: considerações e reflexões. **Educação**

Matemática Pesquisa, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 209-225, 2014.

TORRANCE, E. P. **Rewarding creative behavior: experiments in classroom creativity**. Englewood Cliffs, N. J: Prentice-Hall, 1965.

VERTUAN, R. E.; ALMEIDA, L. M. W. Práticas de Monitoramento Cognitivo em Atividades de Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro - SP, v. 30, n. 56, p. 1070-1091, 2016.

VERTUAN, R. E.; SETTI, E. J. K. Criatividade e Modelagem Matemática: o que dizem alunos egressos de um curso de Licenciatura em Matemática sobre suas formações iniciais. In: Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. 2018, 7., Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu, 2018, p. 1-16.

VIANA, E. R.; SETTI, E. J. K.; SCHRENK, M. J.; VERTUAN, R. E. Aspectos de Criatividade no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática. 2019, 15, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: UEL e UTFPR, 2019, p. 1-12.

VIANA, E. R.; VERTUAN, R. E. Estratégias de Criatividade em atividades de Modelagem: uma reflexão metodológica. In: Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. 2019, 11, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: UFMG, 2019 p. 1-15.

VIANA, E. R. **Estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de Modelagem Matemática**. 2020. 184f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/Cornélio Procópio, 2020.