

Estabelecendo conexões entre Modelagem Matemática e Neurociências Establishing connections between Mathematical Modelling and Neuroscience

Francimar Gomes de Oliveira Júnior¹
Claudia Carreira da Rosa²

Resumo: Durante investigações do processo de aprendizagem dos estudantes por meio da Modelagem Matemática é comum evidenciar habilidades que são construídas e permeiam este processo, como a autonomia. Mas como essas habilidades podem contribuir para a aprendizagem? Assim recorreremos às Neurociências para compreender como o cérebro armazena as aprendizagens e, neste trabalho, buscamos evidenciar conexões entre características da Modelagem Matemática e apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem. Para tanto, apresentamos um estudo descritivo e correlacional que analisou atividades de Modelagem descritas em duas dissertações. Um dos resultados interpretados foi de que as interações entre professor e estudante parecem estimular tanto as outras contribuições da Modelagem Matemática para a aprendizagem quanto dos apontamentos das Neurociências.

Palavras-chave: Interações. Emoções. Autonomia. Aprendizagem. Motivação

Abstract: During investigations into the student learning process through Mathematical Modelling, it is common to observe the development of skills such as autonomy, which permeate this process. But how can these skills contribute to learning? Thus, we turn to Neuroscience to understand how the brain stores learning, and in this study, we aim to highlight connections between the characteristics of Mathematical Modelling and insights from Neuroscience to facilitate and enhance learning. To this end, we present a descriptive and correlational study that analyzed Mathematical Modelling activities described in two dissertations. One of the interpreted results was that interactions between teacher and student seem to stimulate both the others contributions of Modelling to learning and the insights provided by Neuroscience.

Keywords: Interactions. Emotions. Autonomy. Learning. Motivation.

1 Introdução

A Modelagem Matemática na Educação Matemática possui diferentes concepções que influenciam a prática do professor em sala de aula. No entanto, independente da concepção adotada, é fato que existem, nas diferentes abordagens, contribuições comuns para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Uma dessas contribuições comuns é o estímulo aos estudantes a criarem seus próprios caminhos para encontrar uma solução a uma situação-problema apresentada (Barbosa, 2009; Burak, 2019; Almeida, Silva & Vertuan, 2020), o que parece estimular certa autonomia e criatividade durante o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem³. Contudo, surgem indagações: como essa autonomia e essa criatividade podem auxiliar os estudantes em seu

1 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul • Campo Grande, MS — Brasil • ✉ fgoliveirajunior@gmail.com • ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7154-350X>

2 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul • Campo Grande, MS — Brasil • ✉ claudia.rosa@ufms.br • ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7078-9655>

3 Como abreviamos a Modelagem Matemática neste trabalho.

processo de aprendizagem? Existem outras contribuições? Como elas também se relacionam com o aprender?

Essas perguntas motivaram o primeiro autor deste trabalho a ingressar no mestrado e levantar contribuições da Modelagem Matemática no processo de aprendizagem; investigar o processo de aprendizagem e verificar pontos que o estimulem e; buscar estabelecer relações entre tais contribuições da Modelagem e o processo de aprendizagem.

Como tudo que aprendemos é armazenado no cérebro (Cosenza & Guerra, 2011; Izquierdo, 2011), essa investigação, se iniciou com a compreensão de como as informações aprendidas se retém naquele órgão. Isso nos direcionou à área de pesquisa e estudos que investiga o cérebro, o sistema nervoso e seus comportamentos, denominada Neurociências⁴.

Assim, nos debruçamos em trabalhos e pesquisas que estudam a aprendizagem no cérebro humano para verificarmos se eles apontam fatores que podem facilitar e potencializar o processo de aprendizagem. Neste âmbito de pesquisa, a aprendizagem pode ser entendida como: aquisição, armazenamento, retenção, consolidação de informações e/ou conhecimento e formação de memória (Cosenza & Guerra, 2011; Izquierdo, 2011). Para evitar que nosso texto contenha todas essas nomenclaturas mencionadas, utilizamos apenas o vocábulo “aprendizagem” para se referir a todos esses termos que se referem a formação de memórias. Sendo assim, este trabalho elenca apontamentos para facilitar e potencializar a aprendizagem.

Ao nos direcionarmos às investigações em Modelagem Matemática, não tentamos analisar uma concepção em si porque elas apontam pontos e contribuições em comum ao processo de aprendizagem. Como são diversas concepções, nos limitamos ao levantamento realizado por Carvalho e Nicot (2019), em que os autores evidenciaram quais concepções foram citadas nos trabalhos presentes nos anais da X Conferência Nacional de Modelagem em Educação Matemática (CNMEM)⁵.

Com isso, apresentamos este recorte da dissertação do primeiro autor que tem o objetivo de evidenciar conexões entre as características da Modelagem Matemática e apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem. A partir dessas conexões, esperamos compreender como a Modelagem pode estimular a retenção de informações/aprendizagem no cérebro dos estudantes e abrir possibilidades de pesquisa.

2 Concepções e características das atividades de Modelagem Matemática em sala de aula

Conforme descrevemos na seção anterior, para explanarmos sobre Modelagem Matemática, nos delimitamos a algumas concepções apresentadas no trabalho de Carvalho e Nicot (2019) sendo: ambiente de aprendizagem, alternativa pedagógica e metodologia de ensino.

A Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino é concebida como “[...] um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões” (Burak, 1992, p. 62 *apud* Burak, 2019, p. 102). Com isso, Burak

4 É comum nos trabalhos neurocientíficos utilizarem o termo Neurociências, no plural, por conter referências a informações de trabalhos neurocientíficos que englobam aspectos de diferentes disciplinas que a compõem. Por isso, também nos referimos ao termo em plural.

5 Não encontramos uma pesquisa similar em que analisasse as concepções presentes nos anais do Seminário Internacional de Pesquisas em Educação Matemática (SIPEM) ou da XI CNMEM, que foi a edição mais recente e que ocorreu em 2021.

afirma que os estudantes possuem liberdade para criar suas próprias estratégias, de pensar e associar ideias e experiências para resolver uma situação-problema.

Já a Modelagem como ambiente de aprendizagem convida os estudantes a resolverem problemas de outras áreas da realidade utilizando a Matemática, conforme descreveu Barbosa (2009). Segundo o autor, isso propicia não apenas a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, mas também uma reflexão sobre a própria realidade e o papel que a Matemática pode desempenhar nela. Além disso, nessa forma de conceber a Modelagem, abre a possibilidade dos estudantes realizarem seus próprios encaminhamentos para resolverem o problema proposto, seja levantando hipóteses, coletando e organizando dados, entre outras ações e podem chegar em resultados diferentes daqueles que o professor pensou de antemão.

Outro entendimento da Modelagem Matemática é segundo Almeida *et. al* (2020, p. 17), que a entendem como uma alternativa pedagógica é “[...] uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente matemática”. Como essa situação-problema pode derivar do interesse do professor ou do estudante sobre um determinado tema, como também defende Babosa (2009), Almeida *et al.* (2020) afirmam que isso pode motivar o estudante a desenvolver a atividade de Modelagem e que, como essas atividades são desenvolvidas cooperativamente, os estudantes debatem, constroem soluções e procedimentos para a resolução da atividade.

Assim, independente da concepção de Modelagem abordada, percebemos que os autores evidenciam que a postura tanto dos estudantes quanto dos professores muda ao desenvolverem este tipo de atividade (Barbosa, 2009; Burak, 2019; Almeida *et al.*, 2020). Em relação aos professores, tornam-se mediadores ou orientadores do processo de aprendizagem dos estudantes, enquanto os estudantes tornam-se mais neste mesmo processo, isto é, desenvolvem habilidades como autonomia, criatividade, criticidade, argumentação, reflexão e (auto)confiança (Oliveira Júnior, 2020).

A partir das descrições dessas concepções de Modelagem Matemática, percebe-se que existem pontos e contribuições comuns entre elas, como a mudança de postura dos estudantes e professores de que tratamos a pouco. Oliveira Júnior (2020) denominou tais pontos e contribuições comuns como características das atividades de Modelagem Matemática⁶, isto é, qualidades e particularidades que emergem, de forma geral, em atividades de Modelagem. Para sintetizá-las, as apresentamos na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Características das atividades de Modelagem Matemática, segundo Oliveira Júnior.

Características da Modelagem		Explicação
Relação com outras áreas do conhecimento		Relacionar duas ou mais áreas do conhecimento
Interações		Interação entre estudantes e entre eles e o professor
Interesse/motivação		Ações onde o indivíduo pareça engajado na atividade
Estudante ativo	Autonomia	Liberdade no encaminhamento da atividade
	Argumentação	Criar e justificar hipóteses
	(Auto)Confiança	Segurança ou despreocupação durante o desenvolvimento da atividade

⁶ Salientamos que em alguns momentos nos referimos a essas características apenas como “características da Modelagem” para evitarmos uma leitura exaustiva desses termos.

	Criatividade	Criar ou relacionar procedimentos matemáticos ou ideias
	Criticidade	Analisar se os procedimentos e/ou ideias condizem com a situação
	Reflexão	(Re)Pensar sobre o tema e/ou procedimentos
Diversidade de encaminhamentos		Diferentes formas de resolver a situação-problema

Fonte: Adaptado de Oliveira Júnior (2020).

É interessante ressaltar que essas características das atividades de Modelagem Matemática indicadas por Oliveira Júnior (2020) não são estanques e imutáveis, já que o próprio autor menciona outras características que observou em outras concepções, como controle emocional, mas que não foram consideradas porque apenas estava presente em uma concepção. Aliás, é a partir dessas características da Modelagem, que visamos evidenciar conexões com apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem, como veremos a seguir.

3 Apontamentos para facilitar e potencializar a aprendizagem em trabalhos de Neurociências

Intuitivamente, nós, professores, temos a premissa de que os estudantes só aprendem se estiverem prestando atenção na aula. Ao investigarmos o motivo disso acontecer, encontramos que a atenção serve como um filtro de informações para o nosso cérebro poder interpretar um estímulo de cada vez (Cosenza & Guerra, 2011; Dehaene, 2022). Desta forma, Dehaene (2022) afirma que o nosso cérebro é cego e apenas “enxerga” a informação que ele seleciona.

Com isso, um dos primeiros movimentos para iniciar a aprendizagem é a atenção. Mas o estudante não aprende apenas focando na aula do professor, ele precisa buscar relações entre a informação novas com outras informações já sabidas, seja por meio da interpretação delas ou elaborando hipóteses (Dehaene, 2022). Isso é, que ele tenha um envolvimento ativo durante o seu processo de aprendizagem.

Neste sentido, para Cosenza e Guerra (2011) ao se envolver em seu processo de aprendizagem, o estudante estimula a criação de um registro dessa informação nova de maneira mais forte e duradoura no cérebro. Segundo eles, a criação de um registro perpassa por três processos: a repetição, a elaboração e a consolidação.

A repetição é a (re)utilização de uma informação já aprendida, enquanto a elaboração é uma associação entre a nova informação e outras já existentes; e a combinação dessas duas, isto é, uma informação muito repetida e elaborada, tendem resistir ao tempo (Cosenza & Guerra, 2011). A resistência ao tempo citada é uma forma de se referir ao esquecimento de informações que é um processo natural do nosso cérebro, sendo assim, informações que não são revisitadas tendem com o decorrer do tempo a serem esquecidas (Cosenza & Guerra, 2011; Izquierdo, 2011).

O último processo apontado por Cosenza e Guerra é o da consolidação de informações. A consolidação de informações são alterações na própria estrutura do cérebro em que existe a ligação de neurônios, isto é, criação de sinapses, conforme descrevem tanto Cosenza e Guerra (2011) quanto Izquierdo (2011). Essas sinapses são a parte biológica da aprendizagem, quando a informação é gravada no cérebro.

Neste contexto, Izquierdo (2011, p. 11) afirma que “[...] só se ‘grava’ aquilo que foi *aprendido* [...] Só lembramos aquilo que gravamos, aquilo que foi aprendido” e apenas sabemos

se uma informação foi consolidada no cérebro de uma pessoa se ele externalizar aquela informação de alguma forma, seja pela prática ou pela fala.

Para conseguirmos tanto a atenção dos estudantes quanto o envolvimento ativo deles em sala de aula, podemos utilizar diversas formas de ensino. O professor pode utilizar uma relação entre as vivências dos estudantes com os conhecimentos da área de conhecimento, no intuito de atribuir um significado para estes, e, como já explanamos, facilita a aprendizagem por se relacionar com outras informações (Cosenza & Guerra, 2011); além de despertar a curiosidade deles sobre o conteúdo como uma forma de motivá-los a aprender (Dehaener, 2022).

Essa motivação parece estar relacionada ao prazer em se aprender, ou seja, em como mobilizamos emoções positivas dos nossos estudantes durante sua aprendizagem; tanto que o oposto, quando mobilizam emoções negativas porque são/estão desmotivados, pode esmagar o potencial de aprendizagem deles (Dehaener, 2022). O que nos direciona a outro fator que influencia na aprendizagem que são as emoções.

Segundo Izquierdo (2011), as memórias envolvidas com emoções fortes tendem a perdurar mais no cérebro quando comparadas àquelas que pouco as mobilizam. As aprendizagens envolvendo emoções podem ser entendidas a partir do mecanismo estímulo → resposta (Damásio, 2000; Izquierdo, 2011). Este mecanismo é válido, segundo Damásio (2000), devido à associação de dois estimulantes: a dor, que se vincula à punição e comportamento de retirada; e ao prazer, vinculado com a recompensa e ao comportamento de busca. E mesmo esses estimulantes não sendo emoções, eles podem ser relacionados a uma emoção, sendo a dor relacionada a emoções negativas enquanto o prazer com emoções positivas (Damásio, 2000).

Neste contexto, em sala de aula, podemos supor situações que envolvam esse mecanismo de estímulo → resposta. Em aulas de Matemática, por exemplo, dependendo de como o professor corrige o estudante evidenciando o erro ou sugerindo que busque outra resolução (estímulo) pode fazer com que ele ou se engaje para encontrar a resposta correta (resposta positiva) ou se retire da atividade (resposta negativa). Desta forma, percebemos que o professor pode mobilizar diferentes emoções e que estas parecem propiciar diferentes aprendizagens.

A par destas informações, na tabela 2, é apresentada uma síntese de nossas explicações nesta seção sobre alguns apontamentos dos estudos e pesquisas neurocientíficas para facilitar e potencializar a aprendizagem.

Tabela 2: Síntese de apontamentos para facilitar e potencializar a aprendizagem em trabalhos das Neurociências.

Apontamentos das Neurociências		Explicação
Estímulos para a aprendizagem	Atenção	Direcionamento de foco a aula
	Significado	Relacionar vivências aos conteúdos a serem aprendidos
	Emoções	positivas
negativas		Ações que pareçam gerar desconforto ao indivíduo
Processo de elaboração de registro	Repetição	(Re)Utilização de informações já aprendidas
	Elaboração	Associação de informações
	Consolidação	Externalização das informações aprendidas, de alguma forma

Fonte: Adaptado de Oliveira Júnior (2020).

É interessante ressaltar que esses apontamentos das Neurociências⁷ para facilitar e potencializar a aprendizagem não se restringem aos mencionados e outros poderiam ser colocados, como as funções executivas, mas não foram citadas devido ao espaço diminuto deste trabalho. A seguir, apresentam-se os encaminhamentos metodológicos desta investigação.

4 Encaminhamentos metodológicos

Este trabalho é um estudo descritivo correlacional que, segundo Triviños (1987), se caracteriza como uma busca de relações entre os fatos ou fenômenos descritos. Para alcançarmos o objetivo de estabelecer conexões entre as características da Modelagem Matemática e apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem, pretendíamos desenvolver atividades em sala de aula. Entretanto, na semana que íamos na escola, as aulas foram suspensas devido à pandemia da SARS-COV-2.

Por conta disso, redirecionamos a investigação para atividades já desenvolvidas e descritas detalhadamente em dissertações do nosso grupo de pesquisa, assim, selecionamos o trabalho de Ovando Neto (2019) e Souza (2020). Contudo, é importante destacarmos que as descrições analisadas, mesmo sendo detalhadas, foram realizadas por cada autor com o intuito alcançar os objetivos de cada pesquisa realizada, o que nos impossibilitou uma análise mais aprofundada.

Neste sentido, em alguns momentos, tivemos que realizar interpretações e/ou suposições de acontecimentos para compreendermos situações e (re)ações durante a atividade, como ações inerentes ao sujeito (emoções, processo de associação de informações, entre outros) e inferir algumas conexões. E que elas são explicitadas no decorrer de nossas análises.

Em Ovando Neto (2019), escolhemos a atividade denominada “O uso do narguilé” que foi desenvolvida com aproximadamente vinte estudantes, com faixa etária a partir de 15 anos, e que cursavam o 1º ano do Ensino Médio no período noturno de uma escola de periferia. Para a escolha do tema desta atividade de Modelagem, o autor partiu da premissa de que os estudantes utilizavam esse dispositivo de fumo. Nesse contexto, elaborou um questionário com perguntas sobre o hábito de uso do narguilé dos estudantes tanto realizar um levantamento quantitativo de estudantes que possuíam esse hábito, quanto para conscientizá-los do malefício à saúde dessa prática para a saúde.

Já em Souza (2020), selecionamos a atividade chamada “As abelhas e a Geometria” que foi desenvolvida com trinta e quatro acadêmicos do curso de Pedagogia de uma instituição de Ensino Superior. Vinte e seis deles participaram anteriormente de atividades de Modelagem Matemática com a pesquisa em uma disciplina. Além disso, a autora realizou esta atividade porque considerava que os conteúdos geométricos são pouco abordados nos cursos de Pedagogia e que é um tema que pode abranger outras áreas do conhecimento.

Para descrever as atividades de Modelagem Matemática de Ovando Neto (2019) e de Souza (2020) optamos em dividi-las em três partes — 1) debate sobre o tema da atividade; 2) apresentação do problema e sua resolução; e 3) a exposição das respostas — e relatá-las em conjunto para facilitar a apresentação das nossas análises. Para analisarmos as atividades, admitimos as sínteses do nosso referencial teórico apresentadas nas tabelas 1 e 2 como categorias de análise. Neste sentido, admitimos as características das atividades de Modelagem Matemática expostas na Tabela 1 e os apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem sintetizados na Tabela 2 como dois conjuntos de categorias de

7 Neste trabalho, abreviamos a expressão “apontamentos dos trabalhos das Neurociências...” para “apontamentos das Neurociências...” para tornar a leitura mais dinâmica.

análise. Cada uma das linhas da tabela é uma (sub)categoria de análise e as regras para suas classificações se encontram na coluna “Explicação” de cada tabela.

O processo de categorização deu-se a partir da fragmentação das descrições das atividades em cada ação/situação relatada. Para facilitar a visualização da categorização de determinada(s) ação(ões), utilizamos o destaque *itálico* com o nome ou com ações/verbos que fazem referência à categoria de análise, por exemplo: *repetição* e *(re)utilização* de informações são referências a categoria *repetição*. Além disso, em alguns momentos, também destacamos tais categorias de análise dentro de “[]” para evitar uma leitura repetitiva e exaustiva. Por fim, analisamos qual a categoria parece ter influenciado/desencadeado a outra e apontamos essa conexão entre elas.

5 Resultados e discussões

5.1 Debates sobre os temas das atividades de Modelagem

Na atividade descrita por Ovando Neto (2019), o pesquisador distribuiu o questionário sobre o uso de narguilé aos estudantes e, após eles responderem, perguntou-os sobre os costumes que possuem no final de semana para iniciar uma conversa com a turma. Inicialmente, os estudantes participavam pouco, por isso o pesquisador mudou a disposição das cadeiras, colocando-as em círculos, na expectativa de aumentar as respostas. No entanto, essa alteração não resultou em um aumento na participação.

Após uma estudante comentar que frequentava tabacarias e outro complementá-la informando a rotina desses tipos de estabelecimentos, Ovando Neto (2019) afirmou aos estudantes que a atividade era sobre o uso do narguilé e por isso entregou o questionário a eles. Em seguida, o pesquisador descreve que questionou os estudantes se o uso do narguilé fazia bem ou mal a eles e obteve respostas que apontavam vários sintomas negativos após utilizá-lo, como dores de cabeça, tonturas e cansaço.

Posteriormente, Ovando Neto (2019) relata que ao perguntar aos estudantes sobre o porquê deles utilizarem o narguilé mesmo sentindo os efeitos nocivos, obteve respostas como: gosto “doce” e não amargo, brincadeiras com fumaça, entre outras. Diante dessas respostas, o autor descreve que buscou conscientizá-los sobre o uso desse instrumento de fumo e as consequências desse uso na saúde deles com estudos científicos.

Embora Ovando Neto (2019) descreva que visou conscientizar os estudantes sobre o não uso do narguilé, ele não detalhou se houve uma mudança de postura em relação a essa prática por eles. Diferentemente da descrição de Souza (2020) em sua atividade Abelhas e Geometria que detalhou algumas reflexões dos acadêmicos acerca das abelhas, conforme relatamos a seguir.

A atividade de Souza (2020) iniciou com a pesquisadora questionando os acadêmicos com experiências pessoais relacionadas com abelhas. A pesquisadora destaca que os acadêmicos que haviam participado de aulas com Modelagem Matemática estavam mais comunicativos em comparação com aqueles que não tinham essa experiência, que respondiam timidamente.

Após essa primeira conversa, Souza (2020) descreve que apresentou algumas perguntas aos acadêmicos sobre as abelhas, como seus aspectos físicos, sua alimentação, entre outras. Como não sabiam a resposta, os acadêmicos as investigaram, demonstravam empolgação com as descobertas e compartilhavam com os demais as informações encontradas. Além disso, Souza (2020) relata que os acadêmicos destacavam notícias sobre a extinção das abelhas e perguntou-lhes sobre qual o impacto dessa extinção em nossa vida.

Com essa pergunta, do impacto da extinção das abelhas aos seres humanos, é descrito que os acadêmicos trouxeram informações de que o uso de pesticidas é um dos principais fatores da extinção das abelhas e a ausência desses insetos poderia o fim da espécie humana (Souza, 2020, p. 86-87). Isso gerou comentários como: “eu não sabia que as abelhas eram tão importantes para nós, temos que as preservar” (Souza, 2020, p. 87).

Nessa etapa da atividade de Modelagem de Souza (2020), onde se debate sobre o tema, podemos interpretar que a *interação* entre o professor e a turma pareceu estimular uma *reflexão* acerca do próprio tema da atividade, isto é, um repensar de práticas ou conceitos, conforme podemos observar na transcrição do comentário. Contudo, mesmo que um dos intuitos da atividade de Ovando Neto (2019) também fosse um repensar de práticas do uso do narguilé, não conseguimos identificar em seu trabalho, trechos que apresentassem essa ação.

Com ponderação, podemos interpretar que, em determinados momentos, os estudantes mobilizaram alguma *emoção*. Por exemplo, ao lembrar dos malefícios que o uso do narguilé pode propiciar à saúde e a consequência da extinção das abelhas à humanidade, podem ter propiciado um sentimento desagradável aos envolvidos, isto é, mobilizado *emoções negativas*. Outra possível mobilização de emoções pode ter ocorrido quando os estudantes foram instigados a falarem do que gostavam ao usarem narguilé e ao demonstrar empolgação ao compartilharem as descobertas sobre as abelhas com os demais acadêmicos, o que nos permite classificar como *emoções positivas*.

Essa possível mobilização de *emoções* advieram por meio das *interações* entre os pesquisadores e a turma, contudo, não conseguimos identificar quais foram e se teve consequência dessas emoções nas ações dos estudantes, já que elas são individuais a cada sujeito presente. Mesmo assim, podemos considerar que as *interações* entre professor e a turma podem mobilizar diferentes *emoções*, *positivas* ou *negativas*, nos estudantes durante atividades de Modelagem, além de incentivar e promover uma *reflexão* sobre o tema.

Além disso, para iniciar as atividades, tanto Ovando Neto (2019) quanto Souza (2020) buscaram *interagir* com a turma por meio de experiências particulares com o tema. Essa *interação* parece se relacionar com a premissa da própria Modelagem de que o tema ou a situação-problema [*relação com outras áreas de conhecimento*] pode ser uma forma de *motivar* o estudante a participar da atividade (Barbosa, 2009; Burak, 2019; Almeida *et. al*, 2020), já que os pesquisadores tiveram, em alguns momentos, que instigar a participação dos estudantes até conseguirem uma interação plena deles no debate.

Embora se tenha essa possível *motivação* prevista no referencial teórico de Modelagem, não conseguimos identificá-la nos sujeitos envolvidos por não termos detalhes individualizados. Outro resultado que necessitamos de maiores detalhes é verificar o que pode estimular os acadêmicos que já desenvolveram atividades de Modelagem Matemática serem mais confiantes [*(auto)confiança*] quando comparados com os acadêmicos que não tiveram tais experiências, conforme descreve Souza (2020).

Por fim, nossas categorizações nessa etapa de discussões sobre o tema da atividade de Modelagem Matemática, conseguimos interpretar, em conjunto, as categorias de *repetição* e de *elaboração de informações*. Ambas podem ser inferidas ao considerarmos que, nas *interações*, os estudantes precisaram recordar experiências de uso de narguilé e expor seus conhecimentos prévios sobre abelhas [*repetição*]. Isso pode ter ocasionado uma conexão entre as demais informações expostas durante o debate em cada atividade, seja uma possível relação entre o uso e os estudos científicos sobre os malefícios do narguilé à saúde; seja uma adição nos conhecimentos acerca das abelhas e sua extinção pode ocasionar a extinção humana também [*elaboração*].

5.2 Debates sobre os temas das atividades de Modelagem

Ao voltarmos às descrições das atividades de Modelagem, inicialmente a de Ovando Neto (2019). Ao finalizar a explanação sobre os estudos científicos sobre os malefícios da utilização desse instrumento de fumo, Ovando Neto (2019) relata que problematizou com os estudantes como poderiam organizar as respostas obtidas no questionário entregue no início de sua atividade. Nesse momento, é descrito que devido sua primeira experiência com a Modelagem Matemática em sala de aula e sua dificuldade em coletar dados com um gravador, observou o desenvolvimento de apenas um grupo de estudantes, a qual denominou de B1, B2, B3 e B4.

Neste contexto, esse grupo de estudantes apresentou a proposta de analisar primeiramente a quantidade de respostas de cada alternativa de cada questão para construir um gráfico, especificamente o de linhas (Ovando Neto, 2019). No entanto, o pesquisador afirma que, ao perceberem que tinham dificuldades em justificar os métodos que seguiram, B2 sugeriu que representassem as respostas em porcentagem. Ao questioná-los sobre o motivo de usar porcentagem, é descrito um processo intuitivo de realizar esse cálculo, como podemos observar com o seguinte trecho: “[...] 9 pessoas era a metade [de 20 pessoas que responderam o questionário], mas rapidamente se corrigiu e falou que metade seria nove se dezoito fosse cem por cento” (Ovando Neto, 2019, p. 72).

Em seguida, Ovando Neto (2019) relata que instigou os estudantes a pensarem em como deduzir a porcentagem de nove pessoas em relação a vinte pessoas que responderam o questionário. O estudante B2 respondeu que utilizaria a “multiplicação cruzada”⁸, embora não soubesse o significado daquele cálculo, conforme afirma o pesquisador (Ovando Neto, 2019, p. 72). Contudo, ao registrar o cálculo, demonstrou entendimento do método por associar $\frac{20}{9} = \frac{100\%}{x}$, onde x é o valor em porcentagem que deseja encontrar.

Após transformarem as quantidades de respostas em porcentagem, Ovando Neto (2019) relata que os estudantes quiseram representar os resultados obtidos em um gráfico de “bolinha”. Então, o pesquisador explicou aos estudantes que esse gráfico é chamado de gráfico de setores e perguntou se eles sabiam o motivo desse nome. É descrito que um dos estudantes respondeu que se referia a cada “fatia” representar uma porcentagem.

Ao perguntar como construiriam esse gráfico, o pesquisador expõe que os estudantes demonstram um processo intuitivo de construção do gráfico. Eles desenharam um círculo e o dividiram ao meio, afirmando que uma das partes representaria 50%. Em seguida, dividiram uma das metades ao meio, obtendo 25%. Ovando Neto (2019) explicou que estavam corretos nessa relação e interveio perguntando como fariam para representar outros valores percentuais, como 9%.

Após essa fala, o autor pareceu direcionar os estudantes à sua linha de raciocínio já que afirma existir uma relação entre o gráfico de setores e porcentagem e induz os estudantes a relacionarem 50% com algum conceito matemático, neste caso, julgamos que seja ângulos. Tanto que é descrito que os estudantes realizaram uma relação entre 360° ser equivalente a 100% e 180° a 50%, já para encontrar outras porcentagens, os estudantes responderam que utilizariam novamente a “multiplicação cruzada” (Ovando Neto, 2019).

⁸ Esse método utilizado pelo estudante de “multiplicar cruzado” parece se referir à ação de multiplicar os valores cruzadamente. Matematicamente pode ser interpretada como o cálculo de frações equivalentes, regra de três ou uma equação de 1º grau.

Para a confecção do gráfico, o pesquisador descreve que os estudantes utilizaram o transferidor e alguns deles estavam com dificuldades em seu manuseio. Isso o levou a explicar que o centro do transferidor deveria estar alinhado ao centro do círculo para conseguirem realizar sua segmentação corretamente.

É importante salientar que, durante a descrição dessa etapa da atividade, Ovando Neto (2019) evidencia que estava nervoso e ansioso com o desenvolvimento de sua atividade, o que justificaria alguns direcionamentos que ele deu a turma no decorrer da atividade, como sugerir que todos os grupos realizassem a construção do gráfico de setores para representar as respostas do questionário.

Ao voltarmos à atividade de Souza (2020), após explanar sobre as extinções das abelhas, a pesquisadora encaminha os debates para investigar o motivo das abelhas construírem os favos de mel na forma de hexágono. É relatado que os acadêmicos afirmaram que os favos de mel se assemelhavam a um mosaico e que, para formar um mosaico sem lacunas⁹, sugeriram vários polígonos geométricos. Ao discutirem sobre quais polígonos formariam um mosaico sem colunas, chegaram em um consenso de utilizar o triângulo, o quadrado e o hexágono¹⁰.

Em seguida, Souza (2020) afirma que questionou os acadêmicos sobre como construir um triângulo, um quadrado e um hexágono com o mesmo perímetro. Alguns deles não sabiam a diferença entre perímetro e área, o que foi esclarecido a partir do conceito de cada cálculo, segundo a pesquisadora. Ao questioná-los novamente como criar as figuras geométricas com o mesmo perímetro, alguns declararam ser uma pergunta impossível até que cada grupo começou a pensar e obter uma solução. Em sua análise, a autora descreveu três soluções, a de G1, G2 e G3, e afirmou que os demais grupos tiveram desenvolvimentos semelhantes a essas três possibilidades.

No G1 a solução começou com a confecção do triângulo equilátero de 2 cm, totalizando 6 cm de perímetro. Com essa informação, construíram um hexágono de lado 1 cm e o quadrado, após certa dificuldade em encontrar uma solução, dividiram o perímetro total (6 cm) pela quantidade de lados e obtiveram um quadrado de lado 1,5 cm (Souza, 2020).

A solução de G2 começou buscando um número comum a 3, 4 e 6 e tiveram a ideia de procurar na tabuada, mas é descrito que a pesquisadora sugeriu que eles tentassem encontrar esse número sem usar este recurso, a tabuada. Então, é relatado que um dos integrantes lembrou que dava para encontrar um número comum “tirando” o mínimo múltiplo comum e outro integrante comenta que eles eram ruins [em Matemática] (Souza, 2020). Como resultado obtiveram: um triângulo equilátero de 4 cm de lado, um quadrado de 3 cm de lado e um hexágono de 2 cm de lado (Souza, 2020).

Já os integrantes do G3 não buscaram uma solução inicialmente porque, segundo Souza (2020), não queriam pensar e sim uma fórmula para resolver o problema. Entretanto, quando uma das integrantes expôs uma ideia de solução, os demais escutaram e corroboram com ela. Assim, ela explicou um possível pensamento de multiplicar a quantidade de lados das figuras para encontrar um valor em comum e exemplificou multiplicando a quantidade de lados de um quadrado (4) com a quantidade de lados de um hexágono (6), ou seja, $4 \times 6 = 24$. O que gerou um quadrado de lado 6 cm e um hexágono de lado 4 cm.

9 A expressão “mosaico sem lacunas” parece estar associada ao preenchimento de um plano geométrico, direcionando a apenas três polígonos que satisfazem esse preenchimento: o triângulo equilátero, o quadrado e o hexágono regular.

10 Não foi especificado que era um triângulo equilátero tampouco um hexágono regular e não conseguimos interpretar no texto de Souza (2020) se em algum momento foi confrontado essa sugestão como foi descrito com um grupo de acadêmicos que sugeriu o círculo como uma figura que pudesse construir um mosaico sem lacunas.

Souza (2020) instigou os acadêmicos de G3 a pensarem em como fariam para o triângulo ter o mesmo perímetro do quadrado e do hexágono, ou seja, 24 cm. A estudante disse bastar analisar na “tabuada do três” se tinha 24 e, a outra integrante, complementando a primeira, respondeu ser 8, logo seria 8 cm. Ao final dessa solução, é descrito que os integrantes de G3 se mostraram eufóricos e empolgados e afirmaram não ter sido tão difícil resolver aquele desafio.

Após relatar que os acadêmicos explicaram como chegaram nos resultados, Souza (2020) pergunta a eles se apenas o perímetro era o suficiente para responder à problemática e obteve como resposta que não, que a capacidade também influenciaria no resultado. Um dos acadêmicos questionou como mediriam a capacidade de um favo de mel, o que o outro respondeu que seria pelo cálculo da área.

Nesse momento, é descrito que alguns acadêmicos não sabiam as fórmulas de calcular as áreas tampouco como chegaram naquelas operações envolvidas. Devido a essas dúvidas, Souza (2020) deduziu as fórmulas do cálculo de áreas das figuras utilizadas nessa atividade (quadrado, triângulo [equilátero] e hexágono [regular]) e voltou o questionamento sobre a capacidade de um favo de mel.

Um grupo de acadêmicos afirmou que, sabendo qual polígono possui a maior área, por consequência, também seria o de maior capacidade ou o de maior volume¹¹, e concluíram que o hexágono possui a maior capacidade. Ao solicitar que explicassem os cálculos realizados, Souza (2020) informou que eles estavam receosos e a pediram que verificasse se os cálculos estavam corretos. Com a confirmação da autora, esse grupo demonstrou grande comemoração, conforme alguns relatos: “*que emoção*” e “*Acho que aprendi mesmo e nem foi tão chato como de costume*” (Souza, 2020, p. 93, *grifos da autora*).

A partir desses resumos da parte das apresentações e soluções das situações-problemas nas atividades de Modelagem Matemática de Ovando Neto (2019) e Souza (2020), percebe-se novamente que as *interações* entre professor e estudantes são de suma importância para o desenvolvimento e compreensão dessas atividades e para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Por exemplo, ao questionar os estudantes e/ou os acadêmicos acerca do motivo de utilizarem um determinado procedimento matemático, os pesquisadores parecem estimular duas categorias: (1) a busca de *argumentos* que fundamentam o processo de resolução e (2) se tinham consciência dos procedimentos adotados [*críticidade*]. Isso ficou evidente nas *interações* entre B1, B2, B3 e B4 com Ovando Neto (2019) sobre “multiplicação cruzada” e entre Souza (2020) com o G2 quando sugeriram “tirar” o mínimo múltiplo comum.

Ao questionar os estudantes se eles sabem o porquê de utilizar aqueles procedimentos matemáticos, o professor estimula os estudantes a serem ativos em seu processo de aprendizagem, já que incentiva os estudantes a associarem e exporem seus pensamentos que o influenciaram a realizar aquelas ações (Dehaener, 2022). Isso, segundo Dehaener (2022), é um dos pilares da aprendizagem.

Além disso, também é possível, por meio das *interações*, identificar se os procedimentos matemáticos adotados pelos estudantes possuem um *significado*, isto é, se sabem o porquê utilizam aquilo procedimento. Observamos isso na descrição de Ovando Neto (2019) sobre o procedimento de “multiplicar cruzado” que o estudante sabia o que x simboliza, mas faltou o autor perguntar se ele compreende o que a ação realizada significa. Assim como

11 É importante salientarmos que essa suposição do grupo de acadêmicos de que a capacidade, o volume de um poliedro será maior em relação ao outro se a área (de sua base) for maior só é válida apenas se a altura for a mesma. Uma ponderação que não foi descrita no trabalho de Souza (2020).

uma associação do gráfico de “bolinha” e o gráfico de setores, onde o autor parece estimular a criação de um *significado* entre o nome “setores” e seu uso.

Além de estimular a *argumentação* e a *críticidade*, também ajuda os pesquisadores [e os professores] a visualizarem as ideias/os procedimentos que os estudantes adotam no processo de resolução, ou seja, visualização a *criatividade* dos estudantes. Como, aconteceu com os estudantes B1, B2, B3 e B4, ao exporem como representariam os dados quantitativos e as propostas de solução dos grupos G1, G2 e G3 para obterem um triângulo, quadrado e hexágono de mesmo perímetro.

Também podemos interpretar que, quando os estudantes utilizam os procedimentos matemáticos para resolver a situação-problema apresentada, eles estão *repetindo informações*, seja o próprio procedimento, ou seja, sua linha de pensamento para utilizá-lo. E quando os professores indagam acerca do motivo de utilizarem tais procedimentos e estimulam os estudantes pensarem o próximo passo, também os estimulam a *elaborarem* uma associação entre o procedimento e a sua (nova) aplicação.

E, ainda, com essas *interações* também é possível perceber a multiplicidade de formas apresentadas para solucionar uma situação-problema, conforme as propostas de solução de G1, G2 e G3 descritas ou pelas mudanças de encaminhamentos realizadas pelos estudantes B1, B2, B3 e B4. Evidenciando uma característica da Modelagem, a *diversidade de encaminhamentos*. Embora ela, a *diversidade de encaminhamentos*, pareça propiciar uma *elaboração* dos procedimentos matemáticos, não houve uma descrição detalhada para que pudéssemos observar essa relação.

É evidente que tais ações que observamos e que classificamos conforme as nossas categorias de características das atividades de Modelagem Matemática foram observadas quando os autores buscavam, de certa maneira, promover a *autonomia* dos estudantes. Isto é, quando interpretamos que eles estavam instigando os estudantes, por meio das *interações*, a pensarem no próximo passo, a entenderem o que estavam fazendo.

Quando o oposto acontece, em outras palavras, quando o professor direciona os estudantes ao processo de resolução que ele julga necessário, como a situação de direcionar a associação entre 50% a algum conhecimento matemático descrita por Ovando Neto (2019), os estudantes não são estimulados a expor seus pensamentos que justifiquem a utilização daquele método matemático. Por exemplo, por que os estudantes associaram porcentagem com ângulos? Será que a solução que eles encontrariam passaria por outra relação? Ou seja, quando não são estimulados a terem *autonomia*, também não são incentivados a desenvolver *criatividade*, *críticidade* e *argumentação* em relação aos procedimentos adotados.

Daheaner (2022) adverte que o estudante só se tornam ativos em seu processo de aprendizagem se o professor estimula-os a testarem diferentes procedimentos e quando ele, o professor, já indica uma forma de visualização do problema, os estudantes supõem que não possui outra maneira de testar a situação.

Além disso, percebemos em alguns excertos de Souza (2020) que ela descreve situações em que os acadêmicos são estimulados a terem *autonomia* e, ao superarem o desafio de resolução, aquele grupo de acadêmicos parecem sentir prazer por resolverem o desafio sozinhos. Um dos trechos que corroboram isso é uma observação da autora sobre o G3, em que ela afirma: “Ao observar a satisfação e animação em terem conseguido resolver essa situação sem nenhuma fórmula dada, mas sim com estratégias escolhidas entre eles, começaram a se considerar capazes [...]” (Souza, 2020, p. 91).

Com essas informações, podemos supor que, ao propiciar a *autonomia* dos estudantes durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem, direta ou indiretamente, também parece mobilizarmos *emoções positivas* neles, dada a descrição de que se sentiram animados e satisfeitos em superarem os desafios propostos. E, ainda, podemos interpretar que estimular que os estudantes a terem *autonomia* também estimulamos a terem uma (*auto*)*confiança* no seu próprio processo de resolução de situações matemáticas, conforme podemos analisar no trecho descrito no parágrafo acima, especificamente em “[...] começaram a se considerar capazes [...]” (Souza, 2020, p. 91).

No entanto, nos pareceu que ao não estimularmos a *autonomia* dos acadêmicos, eles podem mobilizar *emoções negativas*. Essa nossa interpretação decorre na descrição da solução de G2 onde é relatado que, ao sugerir que os estudantes pensem em outra abordagem em vez de procurar na tabuada um número em comum entre 3, 4 e 6, um dos acadêmicos afirma serem ruins em Matemática (Souza, 2020). Embora tenha descrito esse ocorrido, Souza (2020) não detalha o suficiente para analisarmos essa fala com maior clareza, o que pode gerar construções equivocadas do que aconteceu, porém, o adjetivo “ruim” leva-nos a entender como algo negativo, por isso, consideramos que parece mobilizar *emoção negativa*.

O que nos faz retornar a Dehaener (2022) em que afirma que uma sala onde o estudante tem a possibilidade de errar sem ser julgado pejorativamente abre espaço para estimular sua aprendizagem, enquanto o inverso limita suas ações e, conseqüentemente, sua aprendizagem.

5.3 Debates sobre os temas das atividades de Modelagem

Ao retornarmos as descrições da atividade sobre o uso do narguilé. Após ensinar os estudantes como construir um gráfico de setores utilizando um transferidor, houve uma plenária entre os estudantes para que eles pudessem expor os encaminhamentos realizados para responder à situação-problema proposta e Ovando Neto (2019) intervém quando necessário para os procedimentos apresentados ficarem claros os demais envolvidos.

Já na atividade das abelhas e a Geometria, Souza (2020) descreve todos os procedimentos realizados por G3 para realizar o cálculo da área das figuras geométricas planas (triângulo, quadrado e hexágono), onde até utilizaram o teorema de Pitágoras para encontrar a altura do triângulo que compunha o hexágono. No entanto, a pesquisadora não relata se esses procedimentos foram expostos à turma por ela ou por algum acadêmico.

Com essas informações, podemos verificar que a *autonomia* dos estudantes G3 fora tamanha que eles utilizaram conhecimentos que nem foram ensinados durante a atividade de Modelagem Matemática em Souza (2020). O que demonstra que a *autonomia* parece propiciar uma (*auto*)*confiança* nos pensamentos matemáticos dos estudantes, neste caso, acadêmicos. Como consequência dessa confiança, parece que os acadêmicos sentiram seguros a seguirem suas próprias ideias [*criatividade e repetição de informações*] para solucionar o problema.

Além disso, podemos supor que o(s) acadêmico(s) possivelmente fez(fizeram) uma *elaboração de informações* ao utilizar o teorema de Pitágoras para calcular a altura de um triângulo equilátero. Contudo, Souza (2020) não descreve se houve um questionamento para identificar se tinham argumentos ou consciência do motivo de utilizarem o teorema de Pitágoras, ou como chegaram nesse procedimento.

Neste sentido, tanto em Ovando Neto (2019) quanto em Souza (2020) não conseguimos interpretar novamente, por falta de descrições, se foi possível que ao exporem uma solução para cada situação problema [*diversidade de encaminhamentos*] puderam propiciar uma *associação* entre as soluções e/ou se outras categorias poderiam estar presentes.

6 Considerações Finais

Ao iniciarmos nossa investigação, tínhamos algumas premissas como a *relação com outras áreas de conhecimento*, propiciada pela Modelagem Matemática, poderia se relacionar com o *significado* (relação entre vivência dos estudantes com o conteúdo a ser ensinado), um apontamento das Neurociências, conforme supusera Oliveira Júnior (2020), mas não conseguimos observar tal relação. Tampouco conseguimos encontrar a relação teórica em que o *significado* e *emoções* poderiam auxiliar na captura da *atenção*, como apontavam Cosenza e Guerra (2011).

Sobre a *atenção*, não conseguimos identificá-la por se tratar de uma ação inerente do sujeito, no entanto, podemos supor que ela acontecia durante as atividades porque é descrito que os estudantes desenvolviam a atividade e os procedimentos utilizados por eles condiziam com a resolução do problema, ações que configuram um foco a atividade (Daheaner, 2022).

Apesar disso, percebemos que as *interações* entre professores e estudantes durante o processo de resolução da atividade de Modelagem são tanto limitadoras quanto estimuladoras para as demais categorias de análise, já que é a partir delas que conhecemos e/ou orientamos os pensamentos dos estudantes. Particularmente, quando essas *interações* estimulam os estudantes a desenvolverem suas próprias soluções [*autonomia*], também são estimulados a *criatividade*, a *críticidade*, a *argumentação*, a (*auto*)*confiança* e a *reflexão* deles durante a solução do problema e quando tais *interações* limitam a *autonomia*, as demais categorias também são limitadas.

Além disso, ao estimular a *autonomia* dos estudantes e eles conseguirem resolver um determinado obstáculo na atividade de Modelagem, pode propiciar uma mobilização de *emoções positivas* por eles resolverem aquele obstáculo, como interpretamos com as ações dos integrantes do G3 descrito por Souza (2020). Entretanto, quando o professor parece limitar a *autonomia*, direcionando os estudantes a uma resolução que ele julga adequado, pode acarretar uma *emoção negativa*, isto é, os estudantes acharem que não eram capazes de resolver, conforme a fala de um dos integrantes de G2 (Souza, 2020)

É importante salientarmos que as *emoções, positivas e negativas*, são inerentes aos sujeitos e as interpretamos a partir das descrições de reações observadas por terceiros. Então, os resultados devem ser considerados indícios, exigindo-nos, em outro momento, verificar se nossas interpretações se confirmam ao analisarmos sujeitos em atividades de Modelagem Matemática.

Ao retornarmos às *interações* nas atividades de Modelagem Matemática, também percebemos que *elas* parecem estimular tanto a *repetição* quanto a *elaboração de informações* ao mesmo tempo, já que os professores questionavam os estudantes o motivo de recorrerem a determinado conhecimento matemático para resolverem o problema.

Durante nossas análises, não conseguimos observar se os estudantes estavam *motivados/interessados* em realizarem as atividades de Modelagem Matemática. Tampouco se a *relação da Matemática com outras áreas de conhecimento* é suficiente para despertar tal *motivação*. No entanto, nos pareceu que a *motivação/interesse* propiciada pelas atividades está em como o professor *interage* com os estudantes sobre o tema [*relação com outras áreas de conhecimento*] da atividade.

Outra categoria que não conseguimos interpretar foi a *consolidação de informações* advindas das atividades de Modelagem, ou seja, o que os estudantes aprenderam por meio da Modelagem Matemática. Para podemos observá-la exigia-se uma descrição temporal dos acontecimentos para podermos observá-la, o que não foi realizado pelos pesquisadores.

Embora não tenhamos interpretado algumas categorias e algumas relações, conforme apontavam nosso referencial teórico, podemos observar que, de certa forma, as características das atividades de Modelagem Matemática parecem se relacionar tanto entre si quanto com os apontamentos das Neurociências para facilitar e potencializar a aprendizagem. Assim, ela, a Modelagem, pode ser uma estratégia de ensino que parece facilitar a aquisição de informações conforme os pressupostos dos trabalhos neurocientíficos.

Por fim, a medida que fomos apresentando nossos resultados, apresentamos possibilidades de pesquisas foram sendo apresentadas, como: quais são as emoções e sentimentos que os estudantes podem mobilizar durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem, quais são as informações consolidadas por eles de tais atividades, entre outras relações que não conseguimos observar em nossas análises. Por isso, as relações apresentadas neste trabalho são consideradas pontos de partida para novas investigações.

Referências

- Almeida, L. M. W., Silva, K. P., & Vertuan, R. E. (2020). *MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA*. São Paulo, SP: Contexto.
- Barbosa, J. C. (2009). Integrando Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas. *Educação Matemática em Revista*, 26(15), 1-10.
- Burak, D. (2019). A Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática: olhares múltiplos e complexos. *Educação Matemática Sem Fronteiras*, 1(1), 96-111.
- Carvalho, D. S., & Nicot, Y. E. (2019). Concepções de Modelagem Matemática presentes em pesquisas brasileiras na Educação Matemática. *SAJBETT*, 6(1), 418-430.
- Cosenza, R. M., & Guerra, L. B. (2011). *Neurociência e Educação*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Damásio, A. (2000). *O mistério da consciência* (L. T. Motta, Trans.). Rio de Janeiro, RJ: Companhia das Letras.
- Dehaene, S. (2022). *É assim que aprendemos: por que o cérebro funciona melhor do que qualquer máquina (ainda...)* (R. Ilari, Trans.). São Paulo, SP: Contexto.
- Izquierdo, I. (2011). *Memória* (2 ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Oliveira Júnior, F. G. (2020). *Modelagem Matemática e Neurociências: Algumas relações*. 159 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS.
- Ovando Neto, E. (2019). *Modelagem Matemática e currículo: desafios e possibilidades*. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS.
- Souza, D. S. (2020). *Representações Sociais e Modelagem Matemática: Um estudo envolvendo o ensino de Matemática na Formação de Pedagogos*. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS.
- Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação: o positivismo, a fenomenologia, o Marxismo*. São Paulo, SP: Atlas.