
ARTIGO

Um Modelo Teórico baseado na perspectiva de Toulmin e de Perelman para produção e análise da argumentação na Educação Matemática

A Theoretical Framework based on Toulmin's and Perelman's Perspectives for the Production and Analysis of Argumentation in Mathematics Education

Joilma Silva **Carneiro***

 ORCID iD 0000-0002-6213-8262

Elder Sales **Teixeira****

 ORCID iD 0000-0002-6013-2043

Andreia Maria Pereira de **Oliveira*****

 ORCID iD 0000-0002-8011-5179

Resumo

Pesquisas na Educação Matemática têm destacado as contribuições do uso da argumentação como abordagem de ensino e como instrumento para avaliar argumentos de estudantes e professores. Elas apontam também a necessidade de mais investigações para avaliar o potencial que abordagens com esse foco têm para promover a argumentação e para analisar a integração entre modelos de argumentos. No entanto, estudos sobre essa temática, em aulas de matemática no Ensino Superior, são relativamente escassos, especialmente no contexto da educação brasileira. Este artigo apresenta um estudo teórico que tem como objetivo construir um modelo teórico-argumentativo a ser aplicado como guia na abordagem de ensino de uma disciplina de formação de professores de matemática e como instrumento para analisar argumentos de estudantes. Como fonte de dados para a construção do modelo, foram utilizados os aportes teóricos de Toulmin e Perelman, além de artigos da área de Educação Matemática que investigam a argumentação no contexto do Ensino Superior. O modelo propõe estratégias argumentativas aplicáveis durante aulas de matemática no Ensino Superior: construção de argumentos justificatórios conforme uma estrutura argumentativa, reconhecimento de tipos de argumentos e uso de técnicas que favoreçam discussão e convencimento em temas matemáticos. Além disso, pode servir como quadro analítico para estudos sobre argumentos de estudantes nesse contexto educacional. O modelo permite categorizar

* Doutora pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Professora na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, Bahia, Brasil. E-mail: jscarneiro@uefs.br.

** Doutor pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Professor na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, Bahia, Brasil. E-mail: esteixeira@uefs.br.

*** Doutora pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Professora na Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brasil. E-mail: ampo@ufba.br.

argumentos produzidos em diferentes estágios de qualidade, com base em critérios que integram elementos das perspectivas lógica e retórica. Os resultados sugerem que o modelo tem potencial para aprofundar a análise da argumentação no Ensino Superior em Matemática.

Palavras-chave: Argumentação. Ensino Superior. Quadro Analítico. Modelo Teórico Argumentativo. Educação Matemática.

Abstract

Research in Mathematics Education has highlighted the contributions of using argumentation as a teaching approach and as a tool to assess students' and teachers' arguments. It also points to the need for further investigations to assess the potential of approaches focused on promoting argumentation and analyzing the integration between argument models. However, studies on this theme in higher education mathematics classes are relatively scarce, especially in the Brazilian context. This article presents a theoretical study aimed at constructing a theoretical-argumentative model to be used as a guide in the teaching approach of a mathematics teacher education course and as an instrument to analyze students' arguments. As a data source for the model construction, we used the theoretical contributions of Toulmin and Perelman, along with studies in Mathematics Education that investigate argumentation in higher education contexts. The model proposes argumentative strategies applicable during mathematics classes in higher education: the construction of justificatory arguments based on an argumentative structure, the recognition of types of arguments, and the use of techniques that foster discussion and persuasion on mathematical topics. In addition, it can serve as an analytical framework for studies on students' arguments in this educational setting. The model allows for categorizing arguments at different levels of quality, based on criteria that integrate elements from both logical and rhetorical perspectives. The findings suggest that the model has the potential to deepen the analysis of argumentation in the context of Mathematics Education in higher education.

Keywords: Argumentation. Higher Learning. Analytical Framework. Theoretical Framework from Toulmin's and Perelman's perspectives. Mathematics Education.

1 Considerações iniciais

A argumentação é prática central para o estudo na Matemática. Ela pode ser contextualizada para atender diferentes finalidades. No Ensino Superior, a argumentação, além de ser utilizada como abordagem de ensino, é adotada como instrumento teórico para avaliar os argumentos de estudantes e de professores (Carneiro; Teixeira; Oliveira, 2023; Simpson, 2015). Compreendemos a argumentação como um processo comunicativo, no qual se apresenta uma asserção com base em uma, ou mais, premissa(s) e se buscam justificativas para validar essa asserção dentro de um contexto de uso. O processo visa à adesão de um auditório à asserção, tanto no aspecto intelectual quanto no emocional (Perelman, 1993). Assim, a argumentação demanda um encadeamento lógico dos argumentos apresentados.

A partir do final do século XX e início do XXI, a argumentação se tornou um campo multidisciplinar, ganhando crescente interesse acadêmico (Ribeiro, 2009). Em *Rhetoric and Argumentation in the Beginning of the XX Century*, Ribeiro destaca que, embora Toulmin (2006) e Perelman (1993) não tenham originado a lógica informal, suas obras contribuíram significativamente para enriquecer esse campo. Perelman, ao focar a situacionalidade dos

argumentos e o papel da audiência, e Toulmin, com seu modelo de argumentação, desafiaram a visão de que os argumentos válidos devem ser apenas dedutivos, ampliando, assim, o campo da argumentação.

No contexto da sala de aula de Matemática, sustentamos que uma abordagem argumentativa permite que os estudantes se envolvam mais ativamente em discussões, promovendo uma melhor construção do conhecimento matemático. Embora a argumentação seja considerada essencial para esse processo (Metaxas; Potari; Zachariades, 2016), estudantes da graduação em Licenciatura em Matemática, assim como do Bacharelado, enfrentam dificuldades tanto para construir justificativas em argumentos matemáticos quanto para conjecturar e argumentar sobre explicações dos resultados matemáticos, especialmente em discussões voltadas para demonstrações (Uygun-Eryurt, 2020; Zazkis; Weber; Mejía-Ramos, 2016). Estudos indicam que as atividades propostas, especialmente aquelas em modelos tradicionais de ensino, não favorecem o desenvolvimento das habilidades de argumentação e de construção de conjecturas (Silva Júnior, 2019). Por sua vez, pesquisas têm apontado alternativas baseadas em metodologias que utilizem a abordagem de ensino argumentativa, pois promovem a participação ativa de estudantes (Can; Isleyen, 2020; Solar; Deulofeu, 2016). Por meio dessa perspectiva de ensino, estudantes podem adquirir a capacidade de persuadir os outros, expressando e defendendo suas ideias, bem como refutando a ideia apresentada por outro (Can; Isleyen, 2020).

A inserção da argumentação na Educação Matemática é de extrema importância. É essencial proporcionar aos estudantes a capacidade de raciocinar e argumentar sobre a Matemática. Assim, por acreditar em um ensino que adote uma perspectiva argumentativa em disciplinas de um curso de Licenciatura, sustentamos que é fundamental que estudantes, futuros professores, apropriem-se de teorias argumentativas. Desse modo, tal inserção poderá proporcionar aos estudantes atividades de cunho argumentativo e promover a aprendizagem por meio de discussões.

Ademais, pesquisas apontam que devem ser realizadas mais investigações sobre a abordagem com enfoque argumentativo no âmbito do Ensino Superior em diversas disciplinas do curso de Matemática, sobretudo aquelas que ensinam provas matemáticas. Além disso, há lacunas a serem investigadas em relação: ao efeito de uma abordagem de cunho argumentativo nessa modalidade de ensino; ao vínculo entre atividades argumentativas e qualidade da argumentação; aos aspectos argumentativos para avaliar o ensino de provas; e à avaliação de integração entre modelos argumentativos (Fukawa-Conelly, 2014; Gabel; Dreyfus, 2017; Metaxas; Potari; Zachariades, 2016).

Neste artigo, utilizamos dois referenciais teóricos, de Toulmin (2006) e de Perelman (1993) para apresentar um modelo teórico argumentativo. Enquanto Toulmin (2006) seguiu a vertente lógica da argumentação, Perelman (1993) adotou a vertente retórica¹. Ambos buscavam uma valorização da lógica informal², pois, para eles, a atitude racional não se limita ao cálculo lógico. Conforme Carneiro, Teixeira e Oliveira (2023) e Metaxas, Potari e Zachariades (2016), é válido associar duas perspectivas, tanto para orientação de abordagem de ensino quanto para avaliação de argumentos de estudantes e de professores, pois proporciona maior diversidade de aspectos argumentativos. A depender da limitação apresentada por uma das perspectivas, é possível solucionar com a outra.

Com base no contexto apresentado, este artigo tem como propósito construir um modelo teórico argumentativo que sirva tanto para orientar abordagens de ensino em disciplinas da Licenciatura em Matemática quanto para analisar argumentos produzidos por estudantes. Este estudo caracteriza-se, predominantemente, como uma pesquisa teórica fundamentada em bibliografia especializada, composta por livros e artigos científicos, conforme propõe Demo (1985). O objetivo é elaborar um modelo teórico argumentativo a partir do diálogo com as perspectivas de Toulmin e de Perelman, articulando-as à luz da literatura da Educação Matemática. Consideramos o método teórico adequado por permitir a análise aprofundada e a articulação crítica de diferentes referenciais, condição fundamental para a construção de um modelo argumentativo que integra dimensões estruturais e retóricas da argumentação no ensino de Matemática. Assim, a escolha da abordagem teórica está alinhada ao propósito do estudo.

Embora o modelo proposto tenha sido ilustrado com situações argumentativas inspiradas em práticas de ensino e pesquisas anteriores, tais exemplos não constituem uma investigação empírica sistematizada, mas, sim, representações construídas a partir da experiência pedagógica dos autores e da literatura especializada. Essas situações ilustrativas foram selecionadas por sua relevância didática e por representarem padrões argumentativos recorrentes em aulas de Matemática no Ensino Superior. Elas funcionam como situações-problema representativas, permitindo aplicar e discutir o modelo proposto em contextos plausíveis de ensino, mesmo sem envolver coleta e análise de dados empíricos.

¹ Na retórica perelmaniana, o processo argumentativo traz uma interação dos argumentos, visando a um acordo (Perelman, 1993). Já a argumentação na vertente lógica é orientada no processo de identificar e verificar a função dos elementos constitutivos presentes no argumento, bem como a relação existente entre eles ao analisar a estrutura formal do argumento (Mendonça; Justi, 2013).

² Na lógica formal, a validade dos argumentos depende apenas do formato das afirmativas: as premissas precedem a conclusão, que é uma consequência das premissas, enquanto a lógica informal, a qual compreendemos como sinônimo de teoria da argumentação, tem como intuito desenvolver procedimentos para análise, interpretação, avaliação, crítica e construção da argumentação no discurso cotidiano (Mendonça; Justi, 2013).

Desse modo, o estudo concentra-se prioritariamente na construção e fundamentação teórica do modelo. Conforme Barbosa (2018), adotamos a bibliografia como ferramenta metodológica e conceitual, servindo tanto para embasar a argumentação desenvolvida quanto para estruturar o quadro analítico proposto. O quadro analítico desenvolvido neste estudo foi construído com base na integração entre a estrutura argumentativa de Toulmin (2006) e a tipologia de justificativas de Perelman (1993), com o intuito de oferecer critérios descritivos para avaliar a qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes. Sua aplicação é de caráter ilustrativo e exploratório, voltada à exemplificação da potencialidade do modelo e não à validação estatística ou empírica.

Nas seções a seguir, apresentamos o aporte teórico de Toulmin (2006) e de Perelman (1993) para, em seguida, propor um modelo teórico argumentativo fundamentado na associação dessas perspectivas e, por fim, as implicações desta pesquisa.

2 Perspectiva Argumentativa de Toulmin

Toulmin (2006), ao romper com a lógica formal e focar na aplicação prática dos argumentos, introduziu um modelo que permite avaliar a solidez, a força e o caráter conclusivo dos argumentos em diferentes contextos. Seu modelo se distancia de abordagens puramente formais e oferece uma estrutura que pode ser aplicada a diferentes domínios, como a Matemática, a Física e outros. No entanto, como apontado por Van der Pluijm e Visser (2011) em *Argumentando sobre o Modelo de Toulmin*, a pesquisa contemporânea inspirada pelo trabalho de Toulmin aponta uma diversidade de abordagens que vão além de sua proposta original. O volume apresenta uma variedade de ensaios que, embora se baseiem no modelo de Toulmin, exploram novas formas de entender a argumentação e sua aplicação. Essa multiplicidade de perspectivas e abordagens no campo da argumentação mostra como o modelo de Toulmin continua a influenciar a análise de argumentos em contextos diversos, como o ensino de Matemática.

O *layout* de Toulmin possibilita a avaliação de argumentos justificatórios. Esse modelo é utilizado para analisar argumentos e permite identificar os elementos básicos que os compõem, assim como as relações entre esses elementos, que são determinadas pelas suas respectivas funções na estrutura do argumento como um todo. A representação completa do *layout* de um argumento é apresentada na Figura 1.

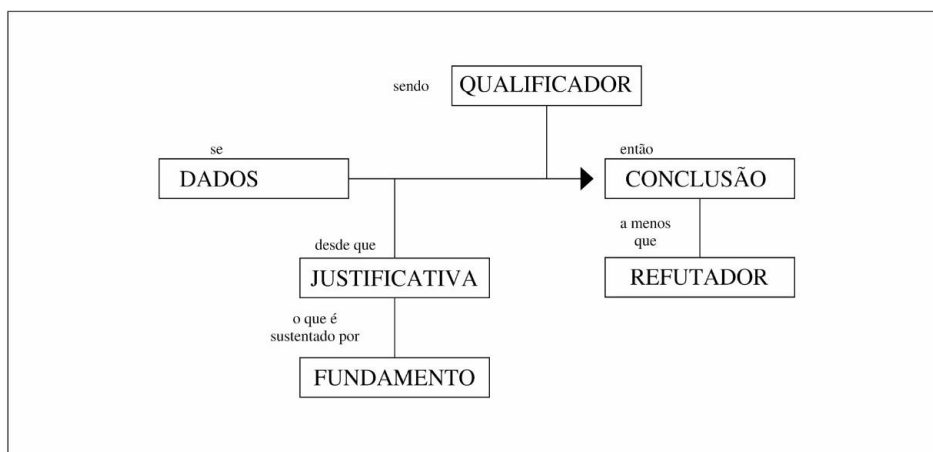


Figura 1 – *Layout* de Toulmin para a argumentação
 Fonte: Adaptado de Toulmin (2006)

Os elementos minimamente exigidos para a composição de um argumento são identificados como: os dados (as evidências que suportam uma afirmativa), a conclusão (as declarações feitas com base nos dados) e a justificativa (afirmativa que autoriza as conexões entre dados e conclusão). Para Toulmin (2006), um argumento que se apresenta no eixo dados-justificativa-conclusão é considerado um argumento minimamente consistente, e o compreendemos como a forma reduzida do *layout*. Os demais elementos que compõem um argumento são: o fundamento (o conhecimento compartilhado, pelo campo, que credencia a justificativa), o qualificador modal (indica o grau de confiança em uma conclusão) e a refutação (a afirmação que refuta a justificativa e, assim, invalida a conclusão). Quando o argumento se apresenta com todos os elementos, consideramo-lo como *layout* completo.

Para Carneiro, Teixeira e Oliveira (2023) e Simpson (2015), o uso do *layout* de Toulmin (2006) tem sido recorrente na literatura da Educação Matemática no Ensino Superior, tanto para análise dos argumentos produzidos em sala de aula por estudantes (Uygun-Eryurt, 2020; Wawro, 2015) quanto por professores (Fukawa-Conelly, 2014). Além de empregarem o *layout* para investigações acerca dos argumentos de estudantes e de professores, o ensino da argumentação, na perspectiva de Toulmin (2006), tem sido promovido durante a intervenção didática (Can; Isleyen, 2020; Uygun-Eryurt, 2020).

Estudos evidenciaram que o *layout* tem sido um importante instrumento metodológico para investigar a argumentação em contextos de Matemática no Ensino Superior, ao avaliar: o processo de justificações, as estruturas de argumentação em processos de provas matemáticas; a qualidade da argumentação; e o ensino de graduação (Fukawa-Conelly, 2014; Uygun-Eryurt, 2020; Wawro, 2015). Ademais, esses estudos destacam efeitos frutíferos da abordagem argumentativa no ensino, como o avanço na qualidade da argumentação, o melhor desenvolvimento na construção de provas e o aumento no desempenho acadêmico. Nesse

sentido, o trabalho de Toulmin e as contribuições discutidas por Van der Pluijm e Visser (2011) ressaltam a flexibilidade do modelo, tornando-o uma ferramenta útil tanto para a análise argumentativa quanto para o desenvolvimento de habilidades de argumentação em diferentes disciplinas. Essa versatilidade permite que o modelo seja adaptado a diversos contextos, desde a argumentação jurídica até em áreas, como a Matemática e a Ciência.

3 Perspectiva Argumentativa de Perelman

Para Perelman (1993), o papel da argumentação está ligado à razão prática. Ela será fundamental em todos os domínios, nos quais se vê atuar esta razão, mesmo quando se tratar da resolução de problemas teóricos. Portanto, a atitude racional não é apenas cálculo. A finalidade da teoria da argumentação “é o estudo das técnicas discursivas que permitem provocar ou aumentar a adesão dos interlocutores às teses que se lhes apresentam aceitação” (Perelman; Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 4). Essa teoria argumentativa visa ganhar a adesão, tanto no aspecto intelectual quanto no emocional, de um auditório e complementar a teoria da demonstração.

Segundo Perelman (1993, p. 33), o auditório é concebido como o “conjunto daqueles que o orador quer influenciar pela sua argumentação”. Ao orador cabe a análise daqueles que constituem o auditório dos seus discursos, sejam estes falados ou escritos. Nessa perspectiva, o orador precisa ter atenção com os dados selecionados e com a forma escolhida para criar a presença³, para que possa persuadir seu auditório, levando-o a aderir ao argumento que propõe. Ele precisa, também, conhecer o auditório e adaptar sua argumentação a ele. Se trouxermos essa situação para a dinâmica de uma sala de aula de Matemática, identificamos a importância de o professor, enquanto o orador desse auditório, conhecer sua turma, buscar ferramentas e estratégias adequadas para propiciar um ambiente de discussão, de valorização das opiniões e conseguir a adesão de estudantes às atividades propostas. O professor pode completar o estudo da argumentação com metodologias especializadas de acordo com o tipo de auditório e o gênero da disciplina, considerando as teses e os métodos que são admitidos em cada uma delas.

No âmbito dos tipos de argumentos definidos por Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), temos os que estão processados via ligação e os que estão por dissociação. Para esses autores, os argumentos que utilizam a técnica de ligação visam a aproximar elementos distintos e, assim,

³ Na construção de um argumento, o orador pode selecionar elementos sobre os quais aplica uma atenção, dotando-os de presença. Eis algumas figuras retóricas na teoria de Perelman utilizadas para criar a presença: repetição de ideias; acumulação de relatos; uso das ilustrações e evocação de detalhes (Gabel; Dreyfus, 2017).

permitem constituir entre estes uma solidariedade. Já os de dissociação visam a separar elementos que estão considerados como um todo ou, ao menos, um conjunto solidário dentro de um mesmo sistema e, assim, desfazem as ligações que o orador havia estabelecido. Aqui, nossa atenção centra-se nos argumentos de ligação (Quadro 1), que são qualificados como: argumentos quase lógicos, argumentos baseados na estrutura do real e argumentos que fundamentam a estrutura do real.

Argumentos quase lógicos	Incompatibilidade; identificação; reciprocidade; transitividade; analiticidade; tautologia; regra da justiça; relação do todo com as partes; relação de ordem; e relação de variabilidade.
Argumentos baseados na estrutura do real	Sucessão, argumento pragmático, finalidade, coexistência (essência, pessoa – autoridade, duplas hierarquias e argumentos <i>a fortiori</i>).
Argumentos que fundam a estrutura do real	Exemplo, ilustração, modelo, analogia, metáfora.

Quadro 1 – Tipologia dos argumentos – processamento argumentativo via ligação
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Os argumentos quase lógicos são bem utilizados no exercício da Educação Matemática, ocorrem durante a exposição de conteúdo ou a resolução de problemas. Para Perelman (1993), esses argumentos são compreendidos aproximando-os do pensamento formal, de natureza lógica ou matemática. Entre os argumentos quase lógicos, há os que apelam para estruturas lógicas, como contradição, identidade e transitividade; e os que apelam para relações matemáticas, como relação da parte com o todo, do menor para o maior e relação de frequência (Perelman; Olbrechts-Tyteca, 2005).

Quanto aos argumentos baseados na estrutura do real, eles surgem a partir de ligações que existem entre elementos do real (Perelman; Olbrechts-Tyteca, 2005). A argumentação se desenvolve por meio do acordo quanto a essas ligações. Entre esses argumentos, temos o argumento de autoridade, que é usado no contexto de ensino em geral e, em particular, nas aulas de matemática. Um argumento de autoridade é aquele no qual citamos um especialista, autoridade em determinado assunto, para justificar uma conclusão.

Por fim, entre os argumentos que fundamentam a estrutura do real, temos o exemplo, a ilustração e a analogia, que também são utilizados nas aulas de Matemática. Compreendemos que esses argumentos estabelecem conexões entre algo que se conhece e a realidade que se almeja conhecer. O exemplo é um caso particular, ou sequência de casos, que possibilita uma generalização. Por meio do exemplo, podemos encontrar outro caso particular e fundamentar a regra.

A ilustração, conforme Perelman (1993), reforça a adesão a uma regra conhecida e aceita, de maneira que relembre ao auditório o que foi estabelecido. Já a analogia acontece

quando existe uma relação de semelhança entre objetos ou fatos diferentes. Assim, ao utilizar o raciocínio por analogia, empregamos como premissa um fato ou objeto que tem uma relação análogica com a conclusão ou tese principal.

Consideramos pertinente a discussão sobre os tipos de argumentos e como ocorre a interação entre eles, trazida pela teoria de Perelman (1993), pois, no ensino de Matemática, é válido o conhecimento desses tipos de argumento e de como ocorre a troca discursiva entre estudantes e entre estudantes e o professor no momento do convencimento das ideias do professor. Nesse sentido, a argumentação não se contenta apenas com a compreensão, mas também com o convencimento.

A perspectiva argumentativa de Perelman (1993) é um referencial que foi empregado em estudos que investigam o fluxo de provas matemáticas, bem como em intervenções nas aulas de Matemática no Ensino Superior (Carneiro; Teixeira; Oliveira, 2023; Gabel; Dreyfus, 2017). Estudos destacam que é um referencial com potencial analítico para avaliar os argumentos de professores e estudantes, além de poder ser usado como abordagem de ensino por meio de seus elementos retóricos, que podem imprimir avanços para o entendimento da construção de provas matemáticas (Gabel; Dreyfus, 2017).

Após apresentar as perspectivas de Toulmin (2006) e de Perelman (1993), introduziremos um modelo argumentativo articulado com ambas as teorias. Acreditamos ser necessária a utilização das duas abordagens, pois nenhuma delas, isoladamente, é suficiente para o tipo de produção e análise da argumentação que propomos desenvolver.

Nesse sentido, ambas as teorias convergem para uma análise prática da argumentação, embora apresentem aspectos distintos. Tanto a teoria argumentativa de Toulmin quanto a de Perelman buscaram complementar os raciocínios da lógica formal. Segundo Ribeiro (2009), apesar das abordagens diferenciadas, Toulmin e Perelman compartilham uma preocupação central: a argumentação não pode ser reduzida a um modelo lógico-dedutivo estrito.

Em um ensino que adote a perspectiva argumentativa, é fundamental considerar o contexto, a audiência e os critérios de aceitação dos argumentos. No contexto do Ensino Superior de Matemática, a argumentação desempenha um papel crucial, tanto na demonstração de teoremas quanto na justificação de soluções e no diálogo entre diferentes formas de raciocínio.

Destarte, notamos a necessidade de utilizar os dois vieses para o modelo e propor estratégias argumentativas que possam ser aplicadas durante o ensino de Matemática no âmbito do Ensino Superior: a construção de argumentos justificatórios de acordo com uma estrutura argumentativa (perspectiva de Toulmin), o reconhecimento de tipos de argumentos

presentes na prática discursiva da sala de aula e o uso das técnicas argumentativas que podem ser aplicadas a fim de alcançar a adesão de estudantes e o seu convencimento a respeito dos temas matemáticos (perspectiva de Perelman). Além do mais, ao associar as perspectivas citadas, proporcionamos mais profundidade na análise dos argumentos de estudantes, visto que empregamos diferentes elementos do discurso argumentativo. Assim, propomos um modelo articulado com ambas as perspectivas, pois além da parte estrutural do argumento, estamos interessados nos tipos de justificativas que podem ser empregadas no processo de convencimento de temas matemáticos.

4 Modelo Argumentativo Toulminiano e Perelmaniano (MATP)

Para o modelo teórico de argumentação, adotaremos como fio condutor os aportes teóricos argumentativos de Toulmin (T) (2006) e de Perelman (P) (1993). Com o de Toulmin (2006), empregaremos as características elementares que permitem definir a estrutura do argumento. Em relação às justificativas do argumento, usaremos uma tipologia dos argumentos processados via associação com a perspectiva de Perelman (1993), conforme propostas no Quadro 1. Desta forma, o MATP seguirá duas vertentes: lógica e retórica. O MATP pode ser aplicado como orientação para uma abordagem de ensino em disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática, além de ser utilizado como instrumento de análise de argumentos de estudantes em contexto de Ensino Superior.

Ribeiro (2009) destaca que tanto Toulmin quanto Perelman revolucionaram a teoria da argumentação ao demonstrar que a validade de um argumento depende não apenas de sua estrutura lógica, mas também do contexto e da adaptação ao público. No contexto do ensino superior de Matemática, essa perspectiva é particularmente relevante, pois a matemática demanda não apenas a construção lógica dos argumentos, mas também uma comunicação que leve em consideração o público-alvo, ou seja, os estudantes. Assim, ao aplicar os conceitos de Toulmin e Perelman, é possível construir um modelo que valorize tanto a estrutura lógica do raciocínio matemático quanto a sua comunicação. A articulação do modelo lógico de Toulmin com a ênfase na tipologia de argumentos de Perelman permite que os estudantes não apenas organizem seus raciocínios de maneira explícita e estruturada, mas também considerem o impacto dos elementos retóricos, que podem promover avanços no entendimento dos argumentos matemáticos.

4.1 Abordagem argumentativa de ensino

Neste modelo, empregamos uma abordagem de ensino com foco argumentativo, que estimula a participação ativa dos estudantes, incentivando-os a debater com os outros sobre suas ideias (Can; Isleyen, 2020). Essa abordagem oferece espaço para posicionamentos e discussões em grupo, com atividades desenvolvidas em um processo discursivo. Para promover essa interação, é necessário estabelecer uma estrutura flexível (Kwon; Bae; Oh, 2015; Solar; Deulofeu, 2016). O ensino é guiado por ações pró-argumentativas, que favorecem a interação entre estudantes e professores, visando à produção de argumentos sobre o tema da aula. Segundo Solar e Deulofeu (2016), essas ações promovem a comunicação em sala de aula.

No contexto do Ensino Superior de Matemática, estudos que utilizaram essa abordagem (Gabel; Dreyfus, 2017; Metaxas; Potari; Zachariades, 2016; Uygun-Eryurt, 2020) ressaltaram seu potencial para proporcionar uma participação ativa dos estudantes, melhorar a qualidade da argumentação escrita e falada e elevar o desempenho acadêmico. Destacamos, aqui, aqueles estudos nessa temática que promoveram o ensino de conceitos centrais segundo a perspectiva argumentativa de Toulmin (Can; Isleyen, 2020; Uygun-Eryurt, 2020).

A abordagem de ensino argumentativo pode ser explícita ou implícita. Na abordagem explícita, há um ensino de argumentação de forma direta. Os estudantes, assim, recebem informações sobre o conceito de argumentação, a definição de argumento, a construção de argumentos e contra-argumentos, bem como os tipos de argumento. Eles discutem sobre o processo de justificação de ideias e de refutação, técnicas argumentativas, entre outras informações que dependem da perspectiva teórica argumentativa adotada pelo professor. Em outras palavras, uma teoria de argumentação, cuja escolha cabe ao professor, é ensinada de maneira manifesta, sendo, assim, objeto explícito de ensino com vistas a que os estudantes aprendam a argumentar, conhecendo uma teoria de argumentação.

Já na abordagem implícita, o ensino é guiado por estratégias que promovem a argumentação, mesmo que não se ensine explicitamente sobre conceitos centrais de uma determinada perspectiva argumentativa que o professor escolher. Nesse caso, a argumentação não é tornada objeto manifesto de ensino e fica subentendido que os estudantes devem aprender a argumentar implicitamente, uma vez submetidos a atividades de cunho argumentativo.

No presente estudo, olhando pela perspectiva do MATP, não acreditamos na eficácia de abordagens implícitas em fomentar habilidades argumentativas nos estudantes. Assim, adotamos o ensino explícito por entender que é mais favorável em propiciar aos estudantes uma conscientização crítica e uma melhor vigilância em relação à produção e à qualidade de seus próprios argumentos. No MATP, nosso interesse vai além da construção de argumentos por

meio de uma estrutura argumentativa; buscamos aspectos da argumentação que melhorem a adaptação ao auditório e propicie a adesão em relação aos resultados matemáticos.

Ao associar as perspectivas lógica e retórica, pretendemos desenvolver habilidades nos estudantes que lhes permitam justificar ideias, conceitos, teorias e provas matemáticas, promovendo a adesão por meio de raciocínios reconhecidos no campo da Matemática. Ao incorporar a tipologia das justificativas propostas por Perelman, enfatizamos o uso de recursos retóricos, como exemplos, contraexemplos, ilustrações e analogias que corroboram o entendimento dos temas matemáticos e aprofundam as ideias apresentadas. A integração dessas abordagens não só pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos, mas também estimular os estudantes a pensar criticamente e a articular suas próprias justificativas de maneira explícita e convincente. Em um ensino de Matemática com essa abordagem, articulada com a retórica, os estudantes podem atribuir mais significado ao conteúdo, desenvolvendo habilidades essenciais para a resolução de problemas e a construção de argumentos dentro do campo matemático.

Em relação à estrutura argumentativa do MATP (Figura 2), articulamos elementos do *layout* de Toulmin (T, Figura 1) à tipologia dos argumentos segundo Perelman (P, Quadro 1). Nesses termos, o que é a premissa, que são as informações que promovem o acordo inicial em (P) correspondem aos dados na perspectiva de (T). A tese principal em (P) corresponde à conclusão em (T). A natureza da justificativa é baseada na tipologia dos argumentos de (P) e o fundamento é o conhecimento compartilhado, pelo campo, que credencia a justificativa. As outras componentes serão acrescentadas ao esquema desde que o objeto do argumento assim requisite. O refutador é acrescentado ao esquema quando há possíveis exceções, apresentadas por meio de um contraexemplo, evidenciando, de tal modo, desacordo quanto à verossimilhança, à plausibilidade e à probabilidade da conclusão. Ou, ainda, o componente qualificador é acrescentado ao esquema quando há necessidade de acordo em relação à tese discutida, de tratar sobre a sua certeza, imprimindo-lhe algum grau de confiança.

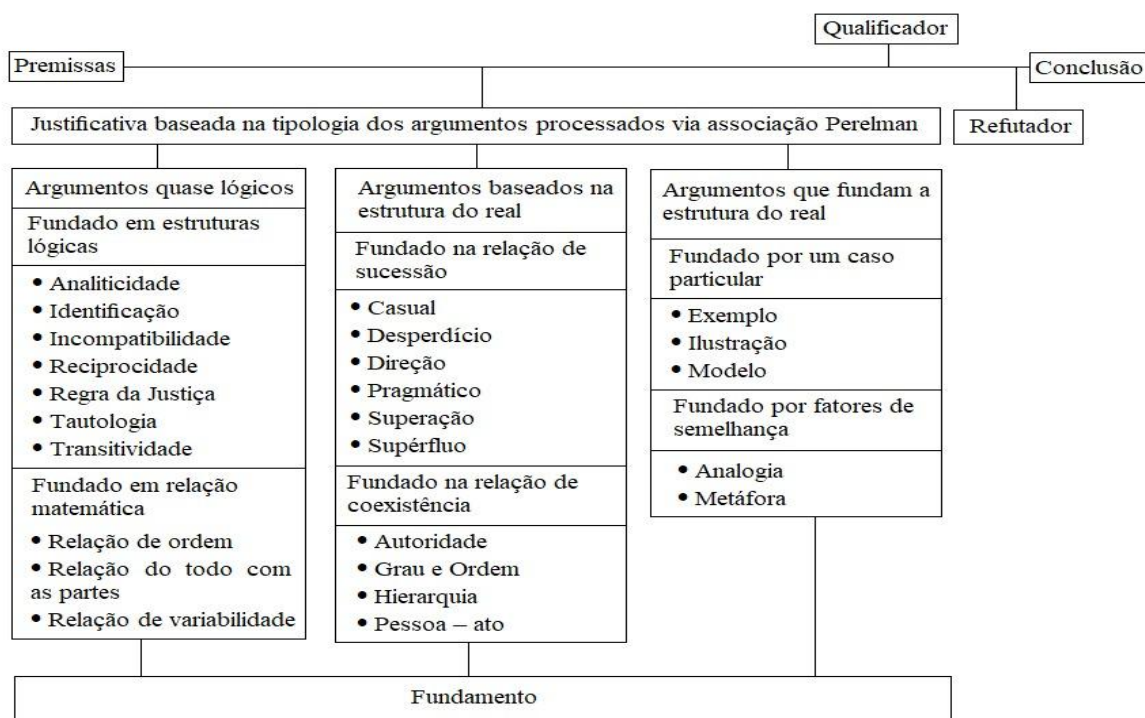


Figura 2 – Esquema do MATP
Fonte: Elaborada pelos autores (2024)

No ensino com enfoque argumentativo explícito, que adotamos neste modelo, serão apresentados e discutidos os conceitos: argumentação e argumento, associando as perspectivas de Toulmin (2006) e de Perelman (1993). Haverá uma discussão do MATP (identificação das principais componentes presentes nos argumentos e diferenciação do papel de cada componente do modelo) conforme a Figura 2. Além do mais, apresentaremos e discutiremos a tipologia das justificativas conforme Perelman, ilustrada com exemplos. Em seguida, construiremos argumentos do subcampo da Matemática de acordo com o esquema do MATP.

Ademais, os estudantes serão estimulados a realizar inferências por meio da perspectiva argumentativa de Toulmin, associada à de Perelman. Por exemplo, os estudantes deverão expressar as ideias com base nas premissas fornecidas. Em seguida, deverão informar uma justificativa válida entre as premissas e a tese defendida. Poderão apresentar explicações sobre os porquês de a justificativa ser válida por meio do fundamento, assim, legitimando-a. A depender da ideia proposta, poderão, ainda, expor possíveis exceções, apresentando um contraexemplo, evidenciando, dessa maneira, impossibilidades, bem como podem tratar sobre a sua certeza, imprimindo, nela, um grau de confiança.

As atividades propostas na disciplina em que o modelo será aplicado visam à formação de técnicas discursivas específicas da Matemática, de modo a permitir que professores e estudantes se adaptem ao público, visando sua adesão às conclusões por meio da interação entre os participantes do processo argumentativo e do confronto de argumentos. Ambos podem

utilizar diferentes tipos de argumentos para justificar suas teses. O professor, também, pode adaptar questões do livro didático ao MATP, ajudando os estudantes a perceberem a relação entre o modelo argumentativo e o conteúdo estudado. Por exemplo, ele pode elaborar questões que solicitem a classificação de proposições como verdadeiras ou falsas, com justificativas e seus respectivos fundamentos, além da verificação de exceções.

Para desenvolver as habilidades argumentativas dos estudantes nos aspectos lógico e retórico, utilizaremos o esquema do MATP, aplicável a subcampos da Matemática, como Álgebra, Cálculo ou Geometria, dentre outros. A seguir, apresentaremos situações argumentativas que exemplificam a metodologia adotada, destacando o uso do modelo com algumas justificativas, segundo a tipologia de Perelman, que podem ser aplicadas em aulas de Matemática no Ensino Superior.

4.2 Situações argumentativas e exemplos aplicados do MATP

As situações argumentativas que ilustram a aplicação do MATP foram elaboradas com base em três principais fontes: (i) experiências pedagógicas vivenciadas pelos autores em disciplinas da Licenciatura em Matemática; (ii) adaptações de exemplos extraídos da literatura especializada, com destaque para o estudo de Carneiro, Teixeira e Oliveira (2024); e (iii) construções inspiradas em investigações sobre a argumentação no ensino de Matemática.

Para avaliar a qualidade dos argumentos, utilizamos um quadro analítico baseado na articulação entre o *layout* de Toulmin (2006) e a tipologia de justificativas de Perelman (1993). Neste modelo, quanto ao quadro analítico, observamos o papel de cada componente presente nos diálogos argumentativos, ou seja, nas premissas, justificativas, qualificações, nos fundamentos, nas refutações e conclusões. Investigamos se o estudante constrói argumentos atendendo ao esquema proposto no MATP (Figura 2). Percebemos, também, se há domínio das técnicas discursivas conforme a tipologia de argumentos para apoiar a discussão de resultados matemáticos.

A qualidade da argumentação será avaliada em função da consistência da justificação e do fundamento, além dos outros elementos que sejam necessários para validar o argumento. A situação argumentativa define a necessidade da presença das componentes, a quantidade e a natureza das justificativas no intuito de validar a conclusão. Um argumento será caracterizado de qualidade se atender ao seu objeto de maneira que ele seja bem estruturado, devidamente justificado e valide a conclusão.

Compreendemos como um argumento de estrutura mais simples aceitável aquele que se centra no eixo premissas-justificativa-conclusão. Na perspectiva toulminiana, um argumento composto pelo eixo dados-justificativa-conclusão é minimamente aceito, uma vez que os dados podem ser utilizados para apoiar a conclusão e a justificativa pode validá-la, oferecendo uma conexão entre dados e conclusão. Consideramos esse argumento de qualidade mínima (Estágio A), desde que não apresente todas as justificativas necessárias para validar a conclusão.

De acordo com a situação argumentativa, os argumentos que apresentam a justificativa (ou as justificativas) necessária(as) para validar a conclusão são considerados de qualidade mediana (Estágio B₁). Se, além dos itens citados no Estágio B₁, o argumento incluir justificativa(s) complementar(es) para sustentar a conclusão, será considerado de qualidade mediana superior (Estágio B₂). Quanto à natureza da justificativa, a análise será conduzida com base nas técnicas argumentativas de Perelman (1993). Ao avaliar essa natureza, torna-se possível examinar a qualidade da argumentação, uma vez que as estruturas analíticas voltadas para a investigação de argumentos mantêm o foco na justificação, de algum modo. Para esses autores, os argumentos fortes consistem na apresentação de justificativas relevantes que sustentam a conclusão, enquanto os argumentos fracos não apresentam justificativas pertinentes.

Compreendemos que a qualidade da argumentação se eleva quando a justificativa oferece maior sustentação à conclusão ou, no caso de indicar menor grau de certeza, qualifica-a de acordo com as possíveis refutações. Se, além dessas três componentes, o argumento incluir mais de uma justificativa (a depender do objeto do argumento) e apresentar fundamentos, será classificado como Estágio C₁. Consideramos importante, no processo argumentativo, sobretudo no Ensino Superior, a apresentação de fundamentos, a fim de conferir credibilidade à justificativa. Ademais, conforme a natureza do objeto argumentado, pode ser necessária a presença das componentes: qualificador e/ou refutador. Caso essas componentes sejam requeridas para a composição e validade do argumento, este será compreendido como de qualidade correspondente ao Estágio C₂.

Nessa esfera, propomos um quadro analítico, no qual integramos o modelo estrutural de Toulmin (2006) à perspectiva teórica de Perelman (1993) (Quadro 2).

Estágio A	Argumentos que atendem ao eixo: premissas-justificativa-conclusão, mas que não apresentam todas as justificativas necessárias para validar a conclusão.
Estágio B	B ₁ : Argumentos que possuem premissas, conclusão e constituem-se de todas as justificativas necessárias para validar a conclusão, mas não apresentam os fundamentos. B ₂ : Argumentos que além dos itens citados no estágio B ₁ , contemplam justificativa(s) complementar(es) para validar a conclusão.
Estágio C	C ₁ : Consiste em argumentos que além dos itens citados no estágio B ₁ ou B ₂ , apresentam fundamentos para justificativas. C ₂ : Argumentos que além dos itens citados no estágio C ₁ , contemplam uma refutação e/ou qualificação, caso a situação argumentativa requirite a presença destas componentes.

Quadro 2 – Quadro analítico utilizado para avaliar a qualidade da argumentação
Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

À luz das diretrizes apresentadas, expomos, a seguir, situações argumentativas que exemplificam a aplicação do modelo MATP, tanto como estratégia didática, quanto como instrumento de análise da qualidade da argumentação dos estudantes. Essas situações foram extraídas de experiências pedagógicas, de adaptações de atividades de ensino e de uma intervenção didática realizada na disciplina de Álgebra Linear (Carneiro; Teixeira; Oliveira, 2024). Cada uma delas contempla justificativas fundamentadas na perspectiva de Perelman e evidencia o papel desempenhado pelo fundamento e/ou por outras componentes argumentativas requeridas pela situação. Cabe destacar que, para fins de análise, foram realizadas adaptações nas referências teóricas utilizadas, visto que algumas seguem a abordagem de Toulmin e outras a de Perelman. O objetivo central é aplicar o MATP como modelo integrador entre essas duas abordagens. As situações estão organizadas de forma explícita em suas componentes – Premissas, Justificativa, Fundamento, Qualificador, Refutador e Conclusão – acompanhadas da identificação do tipo de justificativa e da avaliação da qualidade argumentativa, conforme o Quadro 2 Analítico proposto.

Situação Argumentativa 1 – Justificativa por exemplo (Exemplo inspirado em Laamena *et al.* (2018) e em prática pedagógica dos autores)

Em uma aula de Álgebra Linear, o professor apresenta uma matriz $A_{2 \times 2}$ e, em seguida, pede que determinem a sua inversa. Após um processo de discussão, a turma conjectura sobre o resultado da inversa de matriz quadrada de ordem 2×2 , com base em exemplos resolvidos. A turma utiliza casos particulares para testar a regra conjecturada, observando que os resultados obtidos confirmam a hipótese levantada.

Premissas: resultados de matrizes específicas com determinantes não nulos.

Justificativa: exemplos confirmam a regra proposta.

Fundamento: propriedades da inversa de matrizes.

Conclusão: a fórmula da inversa se mantém para outras matrizes 2×2 .

Tipo de Justificativa: exemplo (Conjecturas da turma, 2024).

Estágio da qualidade da argumentação: B₁ (exemplos empíricos não articulados diretamente ao fundamento formal); C₁ (quando articulados às propriedades formais da inversa

de matrizes 2×2 (determinante $\neq 0$)).

Situação Argumentativa 2 – Justificativa por contraexemplo (exemplo do estudo de Carneiro, Teixeira e Oliveira (2024)).

Durante uma avaliação, os estudantes foram solicitados a classificar proposições sobre propriedades de matrizes como verdadeiras ou falsas. Uma proposição afirmava: *se A e B são matrizes simétricas, então AB é simétrica*. Para refutar a generalização, alguns estudantes apresentaram um contraexemplo, utilizando duas matrizes simétricas, cujo produto não é simétrico.

Premissas: A e B são matrizes simétricas.

Justificativa: o produto de duas matrizes simétricas nem sempre resulta em uma matriz simétrica.

Fundamento: apresentação de matrizes A e B simétricas cujo produto $AB \neq (AB)^T$, invalidando a generalização.

Conclusão: a proposição é falsa.

Tipo de justificativa: exemplum in contrarium [contraexemplo] (Conjecturas dos estudantes, 2024).

Estágio da qualidade da argumentação: B_1 (justificativa adequada, mas sem fundamentação teórica formal).

Situação Argumentativa 3 – Justificativa por definição e argumento quase lógico (Exemplo do estudo de Carneiro, Teixeira e Oliveira (2024)).

Em uma aula sobre sistemas lineares homogêneos, foi discutido se o conjunto solução forma um subespaço vetorial. Com mediação docente e da pesquisadora, os estudantes utilizaram a definição formal de subespaço e propriedades da álgebra matricial para justificar que o conjunto é fechado para adição e multiplicação escalar. Ao final, reconheceram que essa conclusão se aplica especificamente a sistemas homogêneos, mas não se mantém no caso de sistemas não homogêneos.

Premissas: $Ax = 0$ é um sistema homogêneo; x_1 e x_2 são soluções.

Justificativa: $x_1 + x_2$ e αx_1 também são soluções, pois preservam $Ax = 0$. (Definição formal aliada a raciocínio dedutivo – argumento quase lógico).

Fundamento: propriedades da multiplicação de matrizes e definição de subespaço.

Qualificador: a conclusão é válida desde que o sistema seja homogêneo.

Refutador: a conclusão não se mantém para sistemas com segundo membro não nulo (não homogêneos).

Conclusão: o conjunto solução é um subespaço vetorial.

Tipo de justificativa: definição e argumento quase lógicos (Conjecturas dos estudantes, 2024).

Estágio da qualidade da argumentação: C_2

Situação Argumentativa 4 – Justificativa por ilustração (representação gráfica)

Adaptado de Zazkis, Weber e Mejia-Ramos (2016), Kaplan, Gulkilik e Emul (2019) e da prática pedagógica dos autores.

Durante aulas de Cálculo, os estudantes analisaram o comportamento gráfico de funções como $\sin(3x)$ e suas integrais, bem como derivadas de funções pares. Alguns estudantes usaram gráficos para justificar simetrias observadas, baseando-se na representação visual para validar conclusões sobre propriedades das funções.

Premissas: propriedades observadas em gráficos de funções trigonométricas ou pares.

Justificativa: os gráficos sugerem propriedades como simetria, periodicidade ou derivabilidade.

Fundamento: correspondência entre representação visual e propriedades analíticas das funções.

Conclusão: Conclusão sobre a validade de propriedades formais observadas nos gráficos, como simetria ou derivabilidade.

Tipo de justificativa: ilustração [representação gráfica] (Conjecturas dos estudantes, 2024).

Estágio da qualidade da argumentação: B_1 (quando sem fundamento explícito); C_1 (quando articulado com o conceito formal).

Situação Argumentativa 5 – Justificativa mista: relacional e por ilustração (adaptada de Sales (2010) e da prática pedagógica dos autores).

Durante uma aula de Geometria Plana, os estudantes analisaram um triângulo em que a altura coincidia com a bissetriz. A partir de discussões guiadas e ilustrações no quadro, argumentaram que, dadas essas condições, o triângulo seria isósceles. A análise combinou relações conceituais com a representação visual da figura geométrica.

Premissas: Um triângulo cuja altura coincide com a bissetriz.

Justificativas: Dois ângulos correspondentes são congruentes e um lado é comum (justificativa relacional). Desenho do triângulo evidenciando a coincidência entre altura e bissetriz (justificativa por ilustração).

Fundamento: Propriedades geométricas da bissetriz e da altura; relações entre ângulos e lados.

Conclusão: Portanto, o triângulo é isósceles.

Tipo de justificativa: relacional (conceitual) associada à representação ilustrativa (Conjecturas dos estudantes, 2024).

Estágio da qualidade da argumentação: C_1 .

Os exemplos desempenham um papel fundamental no ensino de Álgebra Linear, assim como em outros campos da Matemática. Além de serem utilizados nas situações mencionadas anteriormente, eles podem servir como motivação, fornecer significado e criar contexto, conforme evidenciado na investigação proposta por Strong (2018). No MATP, a justificativa baseada em exemplos é utilizada para lograr a adesão sobre o resultado, e os estudantes podem buscar contraexemplos para testar a validade da conjectura. Mesmo que, em seguida, o professor realize a prova matemática para comprovar o resultado, os exemplos podem esclarecer a relação entre a premissa e a conclusão. Nesse sentido, Gabel e Dreyfus (2017) afirmam que o uso de exemplos pode destacar os elementos matemáticos e fomentar o processo de discussão, utilizando a perspectiva de Perelman para criar presença e engajamento em provas

matemáticas. Isso reforça a importância dos exemplos na construção do conhecimento matemático.

O contraexemplo também desempenha um papel destacado nas aulas de Matemática. Na perspectiva de Perelman (1993), o *exemplum in contrarium* impede uma generalização indevida, pois evidencia uma incompatibilidade com a justificativa aplicada, invalidando, assim, a generalização. Sob a lente teórica de Toulmin (2006), um contraexemplo atua como um refutador da conclusão.

Nesse sentido, os contraexemplos são essenciais para refutar generalizações impróprias, demonstrando que uma afirmação ou conjectura pode não se aplicar a todos os casos. Isso evita conclusões equivocadas e torna a argumentação mais rigorosa. Além disso, eles estimulam o pensamento crítico dos estudantes, incentivando-os a questionar a validade das afirmações matemáticas. Quando fundamentados em propriedades ou teoremas, os contraexemplos não apenas refutam a afirmação, mas também legitimam sua falsidade com base em conceitos sólidos, fortalecendo a compreensão dos princípios matemáticos.

O uso de ilustrações por meio de diagramas ou gráficos também desempenha papel relevante nas aulas de Matemática, especialmente no apoio à adesão de regras ou conjecturas previamente conhecidas. Tais ilustrações não visam substituir o abstrato pelo concreto, mas podem assumir o papel de justificativas ao apoiar a tese ou conclusão defendida. Além disso, contribuem para tornar certas propriedades mais visíveis, gerando situações que favorecem a compreensão do conteúdo discutido.

A representação gráfica, denominada argumento gráfico, pode favorecer a elaboração e a validação de conjecturas. No estudo de Kaplan, Gulikilik e Emul (2019), os autores destacam a importância de os estudantes interagirem com representações visuais e de relacioná-las com representações algébricas durante esse processo. Justificativas e fundamentos apoiados por ilustrações colaboram para a exploração de ideias e, ao mesmo tempo, atuam como ferramentas de mediação em discussões em grupo, promovendo um ambiente mais colaborativo e propício à aprendizagem ativa.

Na pesquisa de Carneiro, Teixeira e Oliveira (2024), por exemplo, ao validar conjuntos como ou não Subespaços Vetoriais, alguns estudantes relataram que a visualização geométrica auxiliou na compreensão do conceito. O estudo de Zazkis, Weber e Mejia-Ramos (2016) complementa essa perspectiva ao enfatizar a relevância das representações visuais no ensino da Matemática, destacando a importância da transição entre representações visuais e algébricas para a construção de conjecturas e argumentações.

Embora esta seção tenha enfatizado a tipologia das justificativas, é imprescindível destacar o papel da componente fundamento. Para Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, p. 352), o fundamento está ligado à competência: “Busca-se nas regras de condicionamento, de aquisição de aptidões, nas regras de verificação das aptidões e nas regras de confirmação da competência”. Compreendemos essa competência como a palavra do professor ou a citação de uma fonte confiável, como um livro didático ou artigo acadêmico, que trata do assunto específico. Na perspectiva de Toulmin (2006), o fundamento oferece suporte à justificativa e confere-lhe credibilidade. No contexto do ensino de Matemática, é comum que estudantes fundamentem seus argumentos com base em leis, propriedades e teoremas previamente demonstrados e socializados em sala de aula. O fundamento, portanto, credencia a justificativa e amplia sua força argumentativa.

As componentes qualificador e refutador também podem surgir, conforme a estrutura da situação argumentativa. O qualificador expressa o grau de certeza da conclusão, indicando se ela é provável, necessária ou limitada a certos casos. Já o refutador introduz condições sob as quais a conclusão não se sustentaria, antecipando possíveis objeções ou exceções. Ambos contribuem para tornar a argumentação mais atenta às limitações do contexto matemático em discussão.

Reconhecemos, também, a importância da lógica formal para o ensino de Matemática, sobretudo por meio de seus processos dedutivos como parte essencial da construção do conhecimento científico. Contudo, no cotidiano das salas de aula, coexistem argumentos formais e informais⁴. Por isso, sustentamos a necessidade de valorizar ambos os tipos de argumentação, de modo a favorecer a compreensão dos temas matemáticos e a articulação entre diferentes formas de raciocínio.

Com este modelo analítico, podemos investigar habilidades argumentativas dentro de um enfoque lógico e retórico. Nessa direção, observamos, a partir dos critérios supracitados, se estudantes constroem argumentos estruturados, apresentam justificativas e os fundamentam de maneira consistente, bem como se adquiriram técnicas argumentativas para apoiar o convencimento de suas ideias (Carneiro; Teixeira; Oliveira, 2024). Além disso, é possível avaliar a qualidade da argumentação, considerando as diferentes componentes envolvidas no processo.

⁴ Argumentos são formais quando as justificativas são baseadas em definições, axiomas e teoremas. Já em relação aos argumentos informais, a justificativa é fundamentada em interpretação concreta de conceitos matemáticos, como, por exemplo, representações visuais e outras representações ilustrativas (Knipping, 2003 *apud* Laamena *et al.*, 2018).

As situações apresentadas demonstram como o modelo MATP pode ser utilizado tanto para promover a construção de argumentos em sala de aula, quanto para analisar, com rigor, a qualidade argumentativa dos estudantes. Ao articular componentes estruturais (como premissas, justificativas, fundamentos, qualificadores, refutações e conclusões) com diferentes tipos de justificativa, essas experiências apontam a potencialidade do modelo para fomentar práticas pedagógicas mais reflexivas e discursivamente fundamentadas no Ensino Superior em Matemática. A seguir, apresentamos algumas implicações deste estudo para a prática e para a pesquisa.

5 Implicações para a prática e para a pesquisa

Neste estudo, construímos um modelo Argumentativo Toulminiano e Perelmaniano – MATP – para ser empregado como estratégia de ensino em uma disciplina do curso de Licenciatura em Matemática, bem como servir de quadro analítico para avaliar argumentos de estudantes. Esperamos que esse modelo traga contribuições para o avanço ou a melhoria da produção sobre a temática argumentativa na Educação Matemática no Ensino Superior. Apresentamos uma proposta de ensino explícito sobre argumentação, sobretudo com situações argumentativas em que se pode utilizar a metodologia adotada nesse modelo para especificar a estrutura de argumentos. Propomos um quadro analítico que busca avaliar tanto o aspecto lógico quanto o retórico de argumentos de estudantes em contexto de Ensino Superior de Matemática. Além do mais, o modelo permite uma flexibilidade e, com as devidas adaptações, de acordo com o contexto da disciplina, também poderá ser aplicado ao Ensino de Ciências. Assim, este modelo pode suscitar novos estudos.

Por apresentarmos um modelo argumentativo inédito, com base nas perspectivas de Toulmin (2006) e Perelman (1993), apoiado por uma literatura específica voltada ao Ensino Superior de Matemática, apontamos a necessidade de sua aplicação em disciplinas do curso de Licenciatura em Matemática. O modelo já foi aplicado em um estudo por Carneiro, Teixeira e Oliveira (2024), mas enfatizamos a importância de sua implementação em outras pesquisas. Essa diversificação permitirá uma avaliação mais abrangente de seus usos e proporcionará inferências significativas para o campo da Educação Matemática. Ademais, sugerimos que pesquisadores da Educação Matemática e do Ensino de Ciências conduzam investigações para analisar, criticar e revisar o modelo, contribuindo, assim, para seu aprimoramento.

Além disso, consideramos relevante que o modelo seja aplicado em cursos para formação de professores, pois esses profissionais poderão proporcionar aos estudantes

atividades com enfoque argumentativo e promover a aprendizagem por meio de discussões. Nesse sentido, acreditamos que, ao facilitar o ensino de argumentação para professores, eles podem estimular os estudantes ao processo de justificação dos resultados, bem como proporcionar um ambiente favorável a discussões, visando à análise plausível dos temas discutidos em sala de aula de modo a construir uma argumentação consistente. Destarte, apontamos para a necessidade de pesquisas que estejam direcionadas à temática que engloba formação de professores e argumentação, sobretudo de Ciências e de Matemática.

Contribuições de autoria

Todos os autores contribuíram, substancialmente, na concepção e no planejamento do estudo; na obtenção, análise e interpretação dos dados; na redação e revisão crítica; e aprovaram a versão final a ser publicada.

Disponibilidade de dados

Os dados gerados ou analisados durante este estudo estão incluídos neste artigo publicado.

Referências

- BARBOSA, J. C. Abordagens teóricas e metodológicas na Educação Matemática: aproximações e distanciamentos. In: Oliveira, M. P.; ORTIGÃO, M. I. R. (org.). **Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática**. Brasília: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2018. p. 17-57 (Coleção SBEM, Vol. 13). Disponível em: https://www.sbemrasil.org.br/files/ebook_.pdf. Acesso em: 16 mar. 2026.
- CAN, O. S.; ISLEYEN, T. The effect of probability instruction through argumentation approach on the achievement of preservice teachers and the permanence of their knowledge. **African Education Research Journal**, Port Harcourt, v. 8. p. 540-553, 2020. Disponível em: https://www.netjournals.org/z_AERJ_S_20_072.html. Acesso em: 17 mar. 2026.
- CARNEIRO, J. S.; TEIXEIRA, E. S.; OLIVEIRA, A. M. P. de. Usos da argumentação na educação matemática: uma revisão sistemática da literatura no Ensino Superior. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 3, pág. 111-141, 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp>. Acesso em: 16 mar. 2026.
- CARNEIRO, J. S.; TEIXEIRA, E. S.; OLIVEIRA, A. M. P. de. Qualidade da argumentação de estudantes da licenciatura em matemática na disciplina álgebra linear. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 17, n.1 p. 1-29, 2024. Doi: 10.5007/1982-5153.2024.e97963
- DEMO, P. **Introdução da metodologia**. São Paulo: Atlas, 1985.

FUKAWA-CONNELLY, T. Using Toulmin analyze to analysis an instructor's proof presentation in abstract algebra. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, v. 45, n. 1, p. 75-88, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.790509>. Acesso em: 16 mar. 2026.

GABEL, M.; DREYFUS, T. Affecting the flow a proof by creating presence – a case study in Number Theory. **Educational Studies em Mathematics**, Dordrecht, v. 96, n. 2, p. 187-205, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9746-z>. Acesso em: 16 mar. 2026.

KAPLAN, A. H.; GULKILIK, H.; EMUL, N. Investigating the Relationship between Argumentation and Proof a Representation Perspective. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, Plymouth, v. 20, n. 2, p. 131-148, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4256/ijmtl.v20i2.211>. Acesso em: 16 mar. 2026.

KWON, N.; BAE, Y.; OH, K. H. Design research on inquiry-based multivariable calculus: focusing on students' argumentation and instructional design. **ZDM Mathematics Education**, Berlim, v. 47, n. 6, p. 997-1011, out. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0726-z>. Acesso em: 16 mar. 2026.

LAAMENA, M. *et al.* How do the Undergraduate Students Use an Example in Mathematical Proof Construction: A Study based on Argumentation and Proving Activity. **International Eletronic Journal of Mathematics Education**, London, v. 13, n. 3, p. 185-198, jul. 2018. Doi: <https://doi.org/10.12973/iejme/3836>. Acesso em: 16 mar. 2026.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Ensino-aprendizagem de ciências e argumentação: discussões e questões atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 187-216, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4257>. Acesso em: 18 mar. 2026.

METAXAS, N.; POTARI, D.; ZACHARIADES, T. Analysis of a Teacher's pedagogical arguments using Toulmin's model and argumentation schemes. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 93, n. 3, p. 383-397, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9701-z>. Acesso em: 18 mar. 2026.

PERELMAN, C. **O império retórico: Retórica e argumentação**. Porto: Edições Asa, 1993.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da argumentação: A nova retórica**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

RIBEIRO, H. J. (ed.). **Rhetoric and Argumentation in the Beginning of the XX Century**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2009.

SALES, A. **Práticas argumentativas no estudo da geometria por acadêmicos de licenciatura em matemática**. 2010. 243 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) –Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

SILVA JÚNIOR, G. A. da. **Elementos de exploração argumentativa docente na sala de aula: uma proposta de análise à luz de teoria de Perelman e Olbrechts-Tyteca**. 2019. 84 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências Exatas e da Terra) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SIMPSON, A. The anatomy of a mathematical proof: implications for analyses with Toulmin's scheme. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 90, n. 1, p. 1-17, 11 jul., 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9616-0>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SOLAR, H.; DEULOFEU, J. Condiciones para promover el desarrollo de la competencia de

argumentación en el aula de matemáticas. **Bolema**, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1092-1113, 2016.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bolema/a/LRQCNDLqMwwbtcHfhyf5LDs/?format=pdf&lang=es>. Acesso em: 13 fev. 2026.

STRONG, D. Motivating Examples, Meaning and Context in Teaching Linear Algebra. In: DORIER, J.-L. (ed.). **Challenges and strategies in teaching linear algebra**. Cham: Springer, 2018. p. 337–351.

TOULMIN, S. E. **Os Usos do Argumento**. Tradução de Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

UYGUN-ERYURT, T. Conception and Development of Inductive Reasoning and Mathematical Induction in the Context of Written Argumentations. **Acta Didactica Napocensia**, Cluj Napoca, v. 13, n. 2, p. 65-79, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.24193/adn.13.2.5>. Acesso em: 18 mar. 2026.

VAN DER PLUIJM, L. C.; VISSER, J. C. **David Hitchcock and Bart Verheij (eds): Arguing on the Toulmin Model: New Essays in Argument Analysis and Evaluation**. Argumentation, v. 25, n. 4, p. 527-539, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10503-011-9214-y>. Acesso em: 16 mar. 2026.

WAWRO, M. Reasoning About Solutions in Linear Algebra: the case of abraham and the invertible matrix theorem. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, Cham, v. 1, n. 3, p. 315-338, set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40753-015-0017-7>. Acesso em: 16 mar. 2026.

ZAZKIS, D.; WEBER, K.; MEJÍA-RAMOS, J. P. Bridging the gap between graphical arguments and verbal-symbolic proofs in a real analysis context. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 93, n. 2, v. 93, p. 155-173, out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9698-3>. Acesso em: 16 mar. 2026.

Submetido em: 13 de novembro de 2024.

Aprovado em: 18 de novembro de 2025.

Editor-chefe responsável: Prof. Dr. Roger Miarka

Editor associado responsável: Profa. Dra. Ana Paula dos Santos Malheiros