

Argumentação no ensino e na aprendizagem de Matemática básica: uma metapesquisa

Argumentation in the teaching and learning of basic mathematics: a meta-research

Argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas básicas: una meta-investigación

Addelia Elizabeth Neyrão de Mello

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9393-044X>

José Messildo Viana Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9492-4914>

Resumo: O objetivo desta investigação foi analisar pesquisas publicadas no período de 2014 a 2018 no Brasil, que abordam a prática da argumentação na escola básica, levantadas no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, com a finalidade de sintetizar ideias, investigar contribuições, classificar, encontrar similaridades e divergências entre os estudos. A pesquisa é de cunho qualitativo, norteada pelas diretrizes para leitura, análise e interpretação de textos em função da metanálise, com enfoque nos resumos encontrados. Os resultados indicam duas tendências de abordagem: a busca por relacionar a argumentação ao pensamento formal da matemática, e a argumentação como difusora de comunicação em sala de aula, sem necessariamente ter como fim o discurso formal da matemática, além da necessidade de mais estudos sobre a abordagem da argumentação no ensino e na aprendizagem de matemática.

Palavras-chave: argumentação. aprendizagem. matemática básica.

Abstract: This investigation aimed to analyze research addressing the practice of argumentation in basic schools, published between 2014 and 2018 in Brazil, collected in the catalog of theses and dissertations of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, to synthesize ideas, investigate contributions, classify, find similarities and divergences between studies. This qualitative research follows the guidelines for reading, analyzing, and interpreting texts based on meta-analysis, focusing on the abstracts found. The results indicate two trends of approach: relating argumentation to the formal thought of mathematics and argumentation as a diffuser of communication in the classroom, without necessarily having the formal discourse of mathematics as its end. In addition, the needs for more studies on the argumentation approach in mathematics teaching and learning.

Keywords: argumentation. learning. basic mathematics.



Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo analizar investigaciones que abordan la práctica de la argumentación en las escuelas básicas, publicadas entre 2014 y 2018 en Brasil, recogidas en el catálogo de tesis y disertaciones de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de la Educación Superior, para sintetizar ideas, investigar contribuciones, clasificar, encontrar similitudes y divergencias entre estudios. Esta investigación cualitativa sigue las pautas de lectura, análisis e interpretación de textos basadas en metanálisis, centrándose en los resúmenes encontrados. Los resultados indican dos tendencias de abordaje: relacionar la argumentación con el pensamiento formal de las matemáticas y la argumentación como difusor de la comunicación en el aula, sin necesariamente tener como fin el discurso formal de las matemáticas, además de la necesidad de más estudios sobre el enfoque de la argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Palabras-clave: argumentación. aprendizaje. Matemática básica.

1 Introdução

Para Balacheff (2019), a interação social entre os alunos mediada pelo professor é a mola propulsora da prática da argumentação em sala de aula. Esse autor considera que tal prática é um instrumento poderoso para favorecer as comunicações de ideias em sala de aula, assim como para propiciar o *feedback* dos alunos sobre o aprendizado, além de transferir ao discente a responsabilidade pela condução de soluções para as atividades e suas produções. Assim, no meio educacional, a interação social regulada pela dinâmica da prática da argumentação passou a ser considerada por muitos pesquisadores (Balacheff, 1987; Krummheuer, 1995; Boero; Garuti; Mariotti, 1996; Knipping, 2003; Pedemonte, 2002; Lampert, 1990; Boavida, 2005; Nunes, 2014; Nunes; Almouloud, 2015) como alternativa viável a problemas referentes ao ensino e à aprendizagem em Ciências, em Matemática e em outras áreas do conhecimento.

As pesquisas desencadeadas nesse sentido têm confirmado o potencial da prática da argumentação para o ensino de Matemática. Além disso, esses trabalhos revelaram que a interação gerada pela implantação de tal prática incentiva processos e comportamentos sociais necessários à formação do cidadão crítico e responsável pelas suas escolhas.

Para Balacheff (1987) as conjecturas geradas pelo processo didático desenvolvido pela argumentação podem suscitar uma cultura do estudo de provas em Matemática. O autor destaca a necessidade de estudos de ordens cognitivas, linguísticas e epistemológicas sobre os fenômenos estabelecidos, a partir da prática da argumentação, em sala de aula.

Nesse sentido, Grize (1986, 1996)¹ assevera que argumentar é, sem dúvida, uma atividade com propósitos e, sobretudo, uma atividade discursiva e social que serve tanto para obter a adesão a uma tese (convencer, persuadir), quanto para apresentar argumentos a favor ou contra uma tese (demonstração matemática).

¹ Jean-Blaise Grize discute a *lógica natural*: trata-se de uma lógica do senso comum que usa tanto evidências quanto deduções no processo de argumentação.

Esse autor chama de lógica natural o estudo das operações por meio das quais se produzem esquematizações - resultantes da aplicação de certo número de operações lógico-discursivas - lógicas, porque são operações do pensamento e discursivas, porque o pensamento se manifesta por meio do discurso. A implicação dessa ideia no campo educacional é que muitas pesquisas, assim como admite Grize (1986), assumem que a lógica, inerente ao uso da linguagem natural, engloba mais do que conceitos: são lógicas expressas pelos sujeitos em determinadas situações. Para esse autor, comunicar ideias, numa atividade social, é sempre argumentar. Tal perspectiva está em consonância com os ideais de Toulmin (2006).

Nessa perspectiva, o estudo das interações naturais em sala de aula (Yackel; Cobb, 1986) avança a possibilidade de uma argumentação matemática em que os alunos mobilizam conhecimentos por meio da prática de discussões reguladas por normas sociomatemáticas – que emergiriam das interações entre o professor e os alunos. Nesta abordagem, a construção de uma racionalidade matemática interliga as práticas da argumentação e da demonstração, em sala de aula de Matemática.

Por sua vez, Boero, Garute e Mariotti (1996) asseguram que para ingressar na cultura de provas de teoremas é necessário desenvolver competências específicas inerentes à produção de provas de conjecturas produzidas a partir de saberes teóricos. Nessa perspectiva, os autores dizem que há necessidade de análises epistemológicas e cognitivas para que se construam compreensões a respeito dos componentes peculiares essenciais para produção e provas de conjecturas, assim como para gerir as ações dos estudantes, no processo de construção de demonstrações.

Por um lado, Boero, Garute e Mariotti (1996) anunciam que o processo de prova no âmbito da comunidade dos matemáticos leva em conta vários aspectos como o papel da produção de conjecturas; a formulação de enunciados apropriados para exploração de provas; exploração dos conteúdos e limites de validade das conjecturas – busca-se identificar os argumentos apropriados à validação; a seleção e a estruturação dos argumentos numa cadeia coerente e resumida das ideias postas – uma produção textual é necessária para organização da cadeia de argumentos em forma de provas; aproximação da prova formal – às vezes, essa fase consiste apenas em aproximações de provas formais aceitas pela comunidade.

Por outro lado, Boero, Garute e Mariotti (1996) afirmam ser necessário arcabouços teóricos específicos para abordar a argumentação nas aulas de Matemática e citam, por exemplo, Perelman (1970), Toulmin (2006) e Ducrot (2000), cientes de que nenhum desses marcos de forma isolada seria satisfatório, por si só, para analisar as peculiaridades das argumentações presentes nas atividades matemáticas. Assim, esses autores colocam-

-se como uma alternativa teórica para implementar a prática da argumentação na aula de Matemática.

O cenário para o desenvolvimento da prática da argumentação, segundo Boero, Garute e Mariotti (1996) é o de uma situação problemática, que suscite questionamentos da validade e do significado de regularidades descobertas, com refinamento de hipóteses, num processo de discussões com possíveis formulações de conjecturas. Na etapa seguinte, a prática da argumentação deve engendrar a produção de argumentos para validação, discutir sua aceitabilidade, de acordo com a natureza do argumento que pode ser empírico ou teórico. Na sequência, buscar-se-á uma totalidade argumentativa que possibilite o controle e a estruturação de uma cadeia de argumentos. Enfim, deve-se ter uma organização textual dos argumentos produzidos, nos moldes do rigor e dos padrões vigentes, no campo da Matemática.

Para construir compreensões a respeito da abordagem da prática da argumentação, em sala de aula de matemática, temos como objetivo, nesta investigação, analisar pesquisas em nível de teses e dissertações publicadas, no período de 2014 a 2018, no Brasil, que abordaram a prática da argumentação na escola básica. Assim, foram levantados dados no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com a finalidade de sintetizar ideias, investigar contribuições, classificar, encontrar similaridades e apontar possíveis convergências e divergências entre as pesquisas (Fiorentini; Lorenzato, 2009).

2 Prática da argumentação e a formação de cidadãos críticos e autônomos

Desde os filósofos gregos da Antiguidade, a argumentação tem sido considerada um dos meios de se chegar ao conhecimento - considerando sua raiz na retórica dos sofistas gregos. Nas últimas décadas, estudos teóricos e empíricos, em diversas áreas ligadas ao ensino de Matemática, ciências e outras, têm assumido a argumentação como um dispositivo didático para o ensino e a aprendizagem (Krummheuer, 1995; Kuhn, 1993; Yackel, 2001; Pedemonte, 2002; Boavida, 2005; Nunes, 2014). Interpretamos que esses pesquisadores indicam que a produção de argumentos e sua respectiva comunicação a outras pessoas, assegurado o respaldo científico da verdade que se busca, favorece aos participantes dessa prática a aquisição de competências argumentativas que colaboram na compreensão do que se estuda e auxilia na constituição de cidadãos críticos e autônomos (Leitão et al., 2012).

Nesse sentido, argumentar é expressar razões sobre o que pensamos ou fazemos. Logo, a argumentação é importante, tanto para formularmos boas razões às afirmações proferidas quanto para avaliarmos as razões fornecidas por outros sobre suas ideias e

ações. Segundo Kuhn (1993), o argumento pode encontrar a maneira mais significativa na qual o pensamento e o raciocínio figuram na vida de pessoas comuns, pois podem revelar como os argumentos estão implicados nas crenças que as pessoas têm, nos julgamentos que elas fazem e nas conclusões que elas tiram.

Argumentar é uma competência necessária ao cidadão, pois está presente em diferentes instâncias, por exemplo, em um tribunal, na ciência ou no cotidiano. Nesse sentido, quando se faz uma afirmação, elabora-se uma hipótese, apresenta-se uma defesa legal ou uma opinião estética, pode-se questionar para decidir se concorda ou não, se as razões oferecidas são suficientes, relevantes e sólidas. (Toulmin; Rieke; Janik, 1984).

Nas mais diversas áreas de atividades humanas, o pensamento racional ou crítico não se satisfaz com afirmações categóricas, sem embasamento; mas avalia a solidez, a força e a verdade do conteúdo das conclusões, dados e justificativas, de acordo com os parâmetros do contexto (Toulmin; Rieke; Janik, 1984).

A argumentação envolve o uso de raciocínio lógico, evidências e persuasão para defender um ponto de vista ou convencer outras pessoas sobre a validade de uma determinada posição. É sobretudo uma ferramenta essencial para a comunicação efetiva, tanto na escrita quanto na fala. É uma habilidade que precisa ser desenvolvida, para a adequada inserção e participação ativa dos sujeitos em diferentes práticas sociais, assim para o exercício pleno da cidadania em sociedade.

De fato, entendemos que a capacidade de argumentar seja uma atividade fundamental na vida social e uma forma básica assumida pelo pensamento, em diversas situações. Trata-se de um processo dialógico de grande complexidade, uma vez que estão em jogo: procedimentos cognitivos, componentes psicológicos e passionais. Considerando-se a prática da argumentação como ação sobre o outro e, ao mesmo tempo, conformada pelo outro, não é ela isenta de implicações de natureza ética e política, por seu caráter decisório, levando a tomadas de decisão (Grácio, 2009a, 2009b).

Nesse sentido, Freedman e Pringle (1984) asseveram que as crianças tendem a se basear nas regras do discurso oral para a produção do discurso escrito, o que justifica as produções simplificadas do discurso argumentativo, assemelhando-se a um turno conversacional. Para as autoras, uma das habilidades cognitivas que as crianças devem adquirir, então, é a “capacidade de continuar, de produzir mais texto” (p. 238) e essa capacidade só é adquirida com o desenvolvimento do poder de abstrair e de conceituar. Por outro lado, Leitão (2011, 2012), Leitão e Ferreira (2006), Kuhn (1992), Rapanta e Garcia-Mila (2014) afirmam que a argumentação, na perspectiva psicológica, atribui a existência de precursores argumentativos em crianças desde os 2 ou 3 anos de idade, visto que são capazes de produzir ou refutar argumentos de outras pessoas. Já para Grácio (2009a), a argumentação

é definida como uma interação circunstanciada que admite vários argumentadores debatendo, a fim de possibilitar uma ajuda ao processo de ensino e aprendizagem.

A partir das definições, que, de modo algum são exaustivas, se pode dizer que os estudos da argumentação se partilham geralmente em torno de duas formas de abordagem (Amossy, 2006). A primeira não parte de uma noção prévia de racionalidade, mas dá conta de como as estratégias são efetivamente utilizadas de forma a dar força ao discurso e às interações. Neste sentido, tende a ver as regras que regem as argumentações não só como algo de emergente, mas como normatividades locais, não suscetíveis de universalização e formalização. Nessa abordagem, os elementos situacionais não podem ser descartados na consideração da força dos argumentos (Amossy, 2006). A segunda traz a ideia de que as argumentações devem ser avaliadas, a partir de regras que podem ser captadas formalmente por meio da análise de esquemas argumentativos utilizados. Digamos que se trata de uma abordagem da argumentação cujo movimento parte de cima para baixo, acarretando com isso condições gerais de aceitabilidade dos diferentes esquemas argumentativos (Amossy, 2006).

A abordagem normativa tem mais difusão no ensino da matemática, no entanto, para Amossy (2006), a abordagem descritiva habilita-se como um contributo para a comunicação de ideias, em sala de aula, a partir de uma dimensão de interação social. A interação favorece até mesmo a modelação das próprias regras matemáticas, pois, nessa prática, não está em jogo apenas resolver determinado problema, mas também intuir procedimentos de investigação referentes a como o raciocínio matemático se instituiu. Dito de outra maneira, para além de formalidades, procura-se estabelecer o que é pertinente e relevante e também o que não é.

Apesar de a argumentação não trabalhar, necessariamente, com fatos claros e evidentes, como se costuma tratar o ensino de matemática, ela possibilita investigar fatos que geram opiniões diversas, o que também é comum no processo de conjecturas, o que favorece a busca de fundamentos na comunicação de ideias. Tal processo acarreta uma comparação entre vários ângulos de visão a respeito do que se discute e isso poderá ajudar no processo de investigação em sala de aula, pois dará margens para argumentar e contra argumentar. Nessa ambiência, o professor deve levar os alunos a buscar clareza em suas alegações e isso pode levar à necessidade de ter um bom domínio do assunto em pauta nas discussões.

A argumentação é uma parte essencial da aprendizagem e do pensamento crítico, mas que pode ser afetada pelos limites didáticos. Em geral, os educadores têm pouco tempo para ensinar os alunos a argumentar, analisar informações, compreender diferentes perspectivas, desenvolver sua própria opinião embasada em evidências e comunicar seus argumentos de forma coerente. Esses limites didáticos argumentativos incluem a idade e o nível de desenvolvimento dos alunos, a fundamentação adequada, o respeito e a empatia,

o controle do ambiente de aprendizagem, o equilíbrio entre debate livre e direcionado, a avaliação justa e criteriosa, e a inclusão e a diversidade.

Segundo Lampert (1990), o professor, por ter tido formação específica para ensinar Matemática, é o agente responsável pela construção de compreensões da natureza dos conhecimentos matemáticos erigidos, ao longo do tempo, em sala de aula. Nesse sentido, o docente pode eleger a prática da argumentação como método de ensino ciente que desencadeará um processo que vai além de regras e da busca de respostas a problemas postos. Assim, deve-se buscar o entendimento do porquê de as regras funcionarem (Nunes, 2014).

Nessa perspectiva, o professor deve tornar o conhecimento em jogo explícito, para que se possa levar adiante uma discussão com os alunos sobre a legitimidade ou a utilidade de uma estratégia de solução. O docente precisa, por sua vez, compreender os argumentos dos alunos, bem como quais conhecimentos apoiam as afirmações, conjecturas e provas dos discentes. Além disso, deve propor problemas que desencadeiem a prática da argumentação como estratégia para se construir conhecimentos.

Nesse sentido, além de explicar regras, o professor deve mediar discussões que possibilitem ao aluno perceber que pode construir seus conhecimentos sem que esses sejam dados a ele de forma pronta e acabada. Trata-se de um processo de negociação para se chegar à verdade. Os alunos aprendem sobre a forma como a verdade de uma afirmação matemática estabelece-se no discurso matemático, em um vaivém entre suas próprias observações e generalizações, suas próprias provas e refutações, revelando e testando suas próprias definições e os pressupostos à medida que avançam. Ao mesmo tempo, eles estão em contato com as ferramentas e com as convenções utilizadas na disciplina, que foram aperfeiçoadas ao longo dos séculos para a solução de problemas práticos e teóricos (Lampert, 1990).

Esses padrões de interação social são projetados para envolver professor e alunos, num ambiente de aprendizagem favorável a compreensões do significado de saberes matemáticos. O professor como mediador pode deixar a cargo de alunos que tenham se apropriado com mais facilidade dos conteúdos abordados o gerenciamento das ações discursivas com outros colegas envolvidos no processo de comunicação de ideias nas aulas de Matemática.

Segundo Boero, Douek e Ferrari (2008), as pesquisas que abordam temáticas relacionadas à argumentação em matemática exigem dos professores grande atenção, tanto em relação à apropriação, pelos estudantes, do conceito em jogo, quanto no desenvolvimento de competências linguísticas para produção, comparação, discussão de conjecturas, de provas e soluções de problemas matemáticos.

Nesse sentido, os professores são interlocutores das produções textuais e/ou discursivas dos alunos, uma vez que, na escola, essas atividades têm finalidade didática e

consequentemente são passivas de avaliação pelo professor. Assim, os discentes partem das representações sobre o que o professor espera que eles comuniquem, naquela situação, para construírem seus argumentos. Uma das ações necessárias para se implementar a prática da argumentação nas aulas, em geral, e, mais especificamente, em matemática, é que o professor solicite aos alunos que descrevam as ideias e os procedimentos que os levaram à solução de uma determinada tarefa.

Assim, é preciso que o professor: formule tarefas apropriadas e potencialmente geradoras de debates e de comunicação de ideias, a fim de desdobrar uma determinada situação-problema em ações que necessitem de experimentações, conjecturas e debates de ideias; além disso, deve escolher produções apropriadas dos estudantes para serem comparadas e discutidas na sala de aula e gerenciar as discussões, a fim de revelar aspectos importantes dos conceitos, tornando-os explícitos.

Como as comunicações de ideias dos discentes são compostas por argumentações não matemáticas e matemáticas, cabe ao professor gerenciar as discussões e garantir coerência dos diálogos às normas do campo em estudo. No caso de argumentos contrapostos, a mediação do professor deve conduzir o processo para uma reflexão sobre os pontos de vistas conflitantes, de tal forma que a argumentação que se apresente em desacordo com as exigências da área perca força e convirja para aquela em conformidade com os critérios da matemática.

À vista disso, Krummheuer (1995) considera que a prática da argumentação é um fenômeno social que ocorre quando os sujeitos envolvidos nas ações propostas pelo professor cooperam na tentativa de ajustar suas interpretações, para assim obter-se a compreensão dos conceitos em jogo ou mesmo expandir as discussões, na tentativa de incorporar novos conceitos. Isso exige do professor, além de sólido conhecimento sobre os conteúdos em jogo, a competência de agir rapidamente em situações de imprevisto, propor e gerenciar situações que favoreçam o engajamento dos discentes no processo argumentativo etc.

Por conseguinte, como mediador da aprendizagem, o professor deve estimular a cooperação e a confrontação de hipóteses entre ele e os alunos, e, entre os alunos, criando, assim, condições favoráveis para o envolvimento dos discentes em experiências de aprendizagem cujo foco seja a explicação e a fundamentação de raciocínios, em situações de formulação, avaliação e validação de conjecturas.

O termo argumentação é polifônico e apresenta uma diversidade de concepções. Em função disso, não nos detivemos em suas definições e sim nas possíveis funcionalidades enquanto prática social. Nossas reflexões sobre o tema levaram-nos a admitir, assim como Grácio (2009b), que a prática da argumentação, a partir das interações entre alunos e da mediação do professor, favorece a aquisição de competências argumentativas. Segundo esse autor, as circunstâncias que envolvem o processo argumentativo, em torno de

determinados assuntos, habilitam essa prática, como uma forma interativa e negociada de promover a compreensão de conceitos estudados em sala de aula.

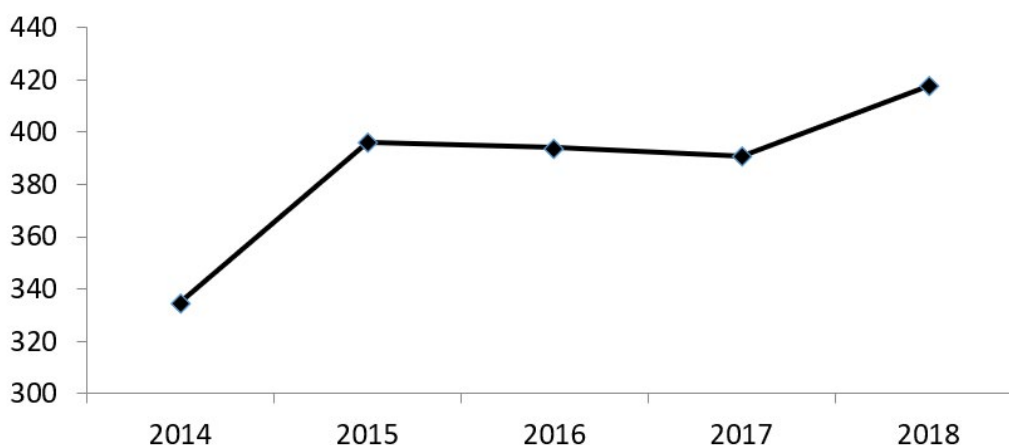
Passaremos, a seguir, a refletir como a prática da argumentação é abordada em pesquisas sobre o ensino da matemática nos níveis básicos de escolarização.

3 Panorama Geral de pesquisas no Brasil que abordaram a prática da argumentação

No estudo aqui apresentado, buscamos realizar uma revisão sistemática de pesquisas, a partir de uma avaliação crítica que pudesse gerar novos resultados, além dos anunciados nas pesquisas de referências (Fiorentini; Lorenzato, 2009). O foco foram as especificidades das pesquisas, buscando possíveis similaridades e/ou divergências que favorecessem a definição de categorias de análises. Para organização dos dados construídos, tomamos como base as diretrizes de Severino (2002).

Inicialmente, realizamos uma busca do termo “argumentação” no Portal da CAPES². O primeiro contato com as pesquisas foi o fator decisivo para delimitarmos o período de nosso interesse como sendo pesquisas acadêmicas concluídas entre os anos de 2014 e 2018 (Gráfico 1):

Gráfico 1 – Número de Pesquisas que trataram do tema argumentação



Fonte: CAPES (2019).

Evidenciamos, pelo Gráfico 1, um crescimento de 2014 a 2015 e certa estabilidade de 2015 a 2017. As produções cresceram novamente no período de 2017 a 2018. Houve um relativo e gradativo crescimento no número de pesquisas abordando a argumentação. Nesse sentido, verificamos maior número de trabalhos, em 2018, nos três níveis (mestrado acadêmico, mestrado profissional e doutorado).

² <http://www.capes.gov.br/serviços/banco-de-teses>

Ressaltamos que a busca geral sobre o assunto argumentação abrangeu todo tipo de programa de pós-graduação, mesmo fora do campo da Educação, ou seja, nessa etapa não distinguimos áreas específicas, em razão de passarmos a um segundo momento de nossa busca, a fim de delimitá-la.

A busca no portal pela expressão “argumentação” disponibilizou 1.934 (um mil novecentos e trinta e quatro) trabalhos discriminados em doutorado, mestrado acadêmico e mestrado profissional, conforme indicado no seguinte quadro.

Quadro 1 – Trabalhos do doutorado e mestrado acadêmico e profissional

Níveis	Quantidade
Mestrado acadêmico	1.110
Mestrado profissional	289
Doutorado (tese)	535
Total	1.934

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Convém destacar aqui que se observa um elevado número de pesquisas em nível de mestrado, se compararmos com o doutorado. Em seguida, delimitando a busca para mestrado acadêmico e doutorado, o número de pesquisas se reduz para 1.645 (um mil seiscentos e quarenta e cinco), conforme o Quadro 2:

Quadro 2 – Trabalhos do doutorado e mestrado acadêmico

Níveis	Quantidade
Mestrado acadêmico (dissertação)	1.110
Doutorado (tese)	535
Total	1.645

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Aqui há mais trabalhos em nível de mestrado acadêmico do que de doutorado, demonstrando concentração nesse nível. Porém, como a finalidade era a metanálise de pesquisas que fizeram uso da prática da argumentação em sala de aula de Matemática, buscamos no catálogo da CAPES, o refinamento na grande área de conhecimentos, e, em seguida, selecionamos a opção multidisciplinar, totalizando 176 (cento e setenta e seis pesquisas). Em seguida, continuando o refinamento, selecionamos ensino de ciências e matemática e ensino, e, assim, se identificou 129 (cento e vinte e nove) pesquisas (Ver Quadro 3).

Quadro 3 – Pesquisas de ensino de ciências e matemática e ensino

Área de conhecimento	Quantidade
Ensino de Ciências e Matemática	104
Ensino	25
Total	129

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No Quadro 3, identificamos que as pesquisas referentes ao ensino de Ciências e Matemática (80,62%) foram mais expressivas do que em ensino (19,38%). Nesse momento, a finalidade foi obter uma visão quantitativa, após caminho e critérios adotados.

Os caminhos e critérios da busca no portal da CAPES foram por meio da expressão “argumentação” e os filtros já indicados; mas foi preciso delimitar mais ainda e refinarmos a área de concentração, na busca pela expressão “matemática”, o que resultou em 57 (cinquenta e sete) trabalhos.

Quadro 4 – Programas de pós-graduação

Área de concentração	Nível: mestrado
Educação em Ciências e Matemática	04
Educação Matemática	08
Ensino de Ciências e Matemática	28
Ensino e História da Matemática e da Física	05
Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática	06
Educação em Ciências e Matemática	02
Educação em Ciências e em Matemática	02
Ensino de Ciências e Matemática	01
Qualificação de Professores de Ciências e Matemática	01
Total	57

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Foi possível verificar que, no período de 2014 a 2018, as dissertações estudadas são oriundas substancialmente da área de concentração de ensino de Ciências e Matemática (29). Nesse sentido, optamos por delimitar os estudos nessa amostra. A escolha foi de extrema importância para visualizar os programas, especialmente por considerar o programa ao qual estamos vinculados. Ao lermos os títulos e os resumos das pesquisas, restringimos nosso estudo para aquelas relativas à Matemática e excluímos as concernentes a outras áreas, como Ciências, Física, Química e Filosofia, reduzindo para 07 (sete) pesquisas das quais destacamos: autoria, título, nível, área de concentração, ano, programa, objetivo, instituição e resumo (Quadro 5).

Quadro 5 – Pesquisas selecionadas para metanálise

01	Autor	Wellington Alves da Silva-Junior
	Título	Uma análise curricular da Matemática dos programas ENCCEJA, Nova EJA e PEJA no Estado do Rio de Janeiro
	Nível	Mestrado
	Área de concentração	Ensino de Matemática
	Ano	2015
	Programa	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
	Objetivo	Realizar um estudo dos principais documentos oficiais voltados para a Educação de Jovens e Adultos, analisando o desenvolvimento do material didático e curricular relacionado ao ensino da matemática, principalmente no Estado do Rio de Janeiro.
	Instituição	Universidade Federal do Rio de Janeiro
	Resumo	A presente pesquisa tem como objetivo apresentar uma análise relacionada ao currículo da Matemática para a Educação de Jovens Adultos (EJA). Procura-se destacar que tipos de apontamentos os documentos oficiais apresentam em relação ao currículo dessa modalidade de ensino, caracterizada principalmente pela diversidade dos seus alunos e os diversos saberes que carregam para a sala de aula. A pesquisa visa investigar o desenvolvimento curricular e o material didático usado nessa modalidade no Rio de Janeiro, principalmente em relação aos aspectos envolvendo o currículo da matemática. Para tanto, partimos de alguns questionamentos, procurando elucidar de que forma os documentos oficiais brasileiros tratam o currículo para a modalidade da EJA, como é a matemática apresentada para estudantes de EJA do Ensino Médio e Fundamental, e enfocada pelo Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA).
02	Autor	Maurício Alfredo Ayala de Carvalho
	Título	Um estudo do processo de argumentação por alunos cegos
	Nível	Mestrado
	Área de concentração	Ensino de Matemática
	Ano	2016
	Programa	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
	Objetivo	Analisar respostas dadas por alunos cegos em problemas matemáticos que normalmente evocam referências visuais, visto que o fator visual é de grande peso na argumentação dos videntes (p.11)
	Instituição	Universidade Federal do Rio de Janeiro
	Resumo	Estudos acerca de argumentação e prova ao redor do mundo mostram que a grande maioria dos estudantes, em variados graus de escolaridade, se utilizam muito de argumentos concretos e visuais na justificativa de suas afirmações em problemas de matemática. Este trabalho tem como objetivo analisar respostas dadas por alunos cegos em problemas matemáticos que normalmente evocam referências visuais, visto que o fator visual é de grande peso na argumentação dos videntes. Todos os alunos cegos tomados como sujeitos da pesquisa perderam a visão nos primeiros anos da infância e não possuem um referencial visual que influencie na fala, como no caso dos alunos videntes ou de baixa visão.

03	Autora	Flávia Aparecida da Silva Zocoler
	Título	O processo de ensino aprendizagem do discurso científico nos primeiros anos do ensino fundamental I
	Nível	Mestrado
	Ano	2016
	Área de concentração	Ensino e História das Ciências e da Matemática
	Programa	Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e da Matemática
	Objetivo	Investigar de que maneira a prática da produção de textos de forma contextualizada, durante atividades investigativas, pode auxiliar os mais coerentes e coesos.
	Instituição	Universidade Federal do ABC
	Resumo	Neste trabalho são apresentados resultados de uma pesquisa que buscou investigar como o ensino por investigação nas aulas de Ciências, guiado por pressupostos da alfabetização científica, pode contribuir para o aprimoramento da produção de textos escritos, nos primeiros anos do Ensino Fundamental. A escolha deste viés para o ensino da produção textual deve-se ao fato de que muitas vezes este processo acontece de maneira descontextualizada, desta forma o estudante não compreende que a principal função da escrita é a comunicação. O ensino por investigação contribui para que seja criada uma situação real de leitura e escrita, já que este modelo abre portas para a difusão do conhecimento construído, através da escrita.
04	Autor	Renato Pereira da Silva
	Título	O trabalho colaborativo numa concepção dos tempos pedagógicos na educação básica
	Nível	Mestrado
	Área de concentração	Educação em Ciências e em Matemática instituição de ensino
	Ano	2018
	Programa	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática
	Objetivo	Aborda a docência no âmbito tanto das escolas de ensino fundamental, como as do ensino secundário ou, também conhecido como de ensino médio. A problematização e tratativa se constituem por meio da perspectiva do trabalho docente em relação às culturas escolares possíveis, tanto a do isolamento, quanto a da colaboração. Para a imersão na investigação orientou-se pela perspectiva da pesquisa-ação como possibilidade de prática profissional no contexto (p. 6).
	Instituição	Universidade Federal do Paraná
	Resumo	O trabalho aqui apresentado aborda a docência no âmbito tanto das escolas de ensino fundamental, como as do ensino secundário ou, também conhecido como de ensino médio. A problematização e tratativa se constituem por meio da perspectiva do trabalho docente em relação às culturas escolares possíveis, tanto a do isolamento, quanto a da colaboração. Para a imersão na investigação orientou-se pela perspectiva da pesquisa-ação como possibilidade de prática profissional no contexto. Ao todo, o trabalho se desenvolveu em momentos distintos utilizando de técnicas e instrumentos diversos. Em um momento inicial, constituiu-se pela observação e reflexão na própria prática docente ao longo de onze (11) anos em quinze (15) escolas públicas de Educação Básica do estado do Paraná

05	Autora	Jucilene Santana Santos
	Título	Sequência de ensino-aprendizagem em torno das histórias em quadrinhos a luz das interações discursivas e do engajamento dos alunos
	Nível	Mestrado
	Área de concentração	Ensino de Ciências e Matemática
	Ano	2018
	Programa	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
	Objetivo	Investigar os tipos de interações discursivas e o engajamento dos alunos apresentados ao longo SEA de química, planejada em torno de uma HQ interativa
	Instituição	Fundação Universidade Federal de Sergipe
	Resumo	A presente pesquisa busca analisar os tipos de interações discursivas, e o engajamento dos alunos ao longo de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA) de química, planejada em torno de uma HQ interativa em conjunto com os três momentos pedagógicos. A SEA foi aplicada em uma turma da primeira série do Ensino Médio do Colégio Aplicação (CODAP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Os dados escritos, bem como as aulas registradas em vídeo foram submetidos à análise por meio de categorias da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2003), assim como a análise dos tipos de perguntas dos estudantes através das categorias de Candela (1999).
06	Autor	Henrique de Lima Apolinário
	Título	Análise dos conteúdos abordados nos anos finais do ensino fundamental no município do Rio de Janeiro: o tópico de Desenho Geométrico.
	Nível	Mestrado
	Área de concentração	Ensino de Matemática
	Ano	2018
	Programa	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática
	Objetivo	Estabelecer uma relação direta entre a forma com que os conteúdos matemáticos constantes das Orientações Curriculares da Secretaria Municipal de Educação (OCS-ME/RJ), e os sugeridos pela BNCC, são interpretados por professores e escolas.
	Instituição	Universidade Federal do Rio de Janeiro
	Resumo	Esta pesquisa teve como objetivo analisar os conteúdos matemáticos ensinados nas escolas municipais do Rio de Janeiro, e identificar possíveis reduções e/ou exclusões dos mesmos nos materiais pedagógicos utilizados em sala de aula. Para isso, consideramos o atual cenário de reestruturação curricular que estamos vivendo, que tem por finalidade implementar um documento para orientar as escolas brasileiras sobre quais conteúdos o aluno precisa aprender. Utilizamos as teorias de currículo estabelecidas por Sacristán (2000) e, no caso específico da disciplina de Matemática, nos baseamos em Dias (2012).
07	Autor	Joao Carlos Caldato Correia
	Título	Argumentação, prova e demonstração: uma investigação sobre as concepções de ingressantes no curso de licenciatura em Matemática
	Nível	Mestrado

Área de concentração	Ensino de Matemática
Ano	2018
Programa	Programa de Pós-graduação Ensino de Matemática.
Objetivo	Investigar as concepções de licenciados ingressantes sobre argumentação, prova e demonstração matemática (p.21)
Instituição	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Resumo	Esta pesquisa tem como objetivo investigar as concepções de ingressantes no curso de Licenciatura em Matemática sobre argumentação, prova e demonstração. Ao todo, 78 licenciandos ingressantes, de três intuições públicas de Ensino Superior, participaram da coleta de dados, que consistiu na aplicação de um questionário. Tanto a elaboração quanto a análise desse instrumento foram norteadas, principalmente, pela tipologia de provas de Balacheff (1988) e pelos esquemas de provas de Harel e Sowder (1998).

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Dos sete trabalhos selecionados, apenas dois tratam de fato da prática da argumentação, no processo de ensino e na aprendizagem em matemática (pesquisas números 2 e 7). No próximo item trataremos especificamente das duas pesquisas selecionadas para análise nesta pesquisa.

4 Pesquisas sobre a prática da argumentação no ensino e aprendizagem de matemática

Após a delimitação das pesquisas a serem analisadas, buscamos as ideias centrais e secundárias dos textos selecionados, a fim de associarmos as ideias dos pesquisadores e refletirmos sobre as ideias emanadas das leituras, a partir de nossos estudos sobre o tema argumentação no ensino e na aprendizagem de matemática.

Na leitura do texto 2, inferimos que, para além da lógica que fundamenta os saberes matemáticos, os argumentos podem se apoiar em ações práticas (Toulmim, 2006; Balacheff, 1988; Boero; Garuti; Mariotti, 1996; Grize, 1986, 1996). E, nas palavras de Perelman e Tyteca (2005), podemos falar em argumentos pragmáticos. Nessa perspectiva, os alunos necessitam de variadas atividades ligadas ao seu convívio social para construir compreensões que lhe favoreçam apropriação de conhecimentos matemáticos. Nesse sentido, cabe aos professores elaborar e gerir tarefas com ferramentas capazes de provocar interações que gerem necessidades de comunicações funcionais, não só para a comunicação, mas para a construção de conhecimentos (Lampert, 1990; Boero, Garuti; Mariotti, 1996; Douek, 1998; Pedemonte, 2002, 2005, 2007, 2008; Boavida, 2005; Nunes, 2014). Assim, o docente pode estabelecer, pela prática da argumentação, discussões e negociações de significados

com os alunos para se instituir uma competência argumentativa que gere comunicações agregadas aos saberes em pauta (Grácio, 2008; 2009a; Lampert, 1990).

No resumo do texto 7, evocamos Pedemonte (2002; 2005; 2007), ao se referir a diferentes relações entre o raciocínio argumentativo e o raciocínio dedutivo, tais como: os pontos de vista sociais e epistemológicos, como o de Balacheff (1988), que sugere a heterogeneidade entre argumentação e prova em Matemática e a perspectiva de Harel e Sowder (1998), que não faz distinção entre argumentações e provas, e, assim, usam a palavra prova para caracterizar não somente provas dedutivas, mas igualmente provas empírias.

Tais pesquisas dão-nos uma visão de argumentação e de prova, em sala de aula de matemática, fora do contexto formal e estrutural presente no discurso matemático, pelo menos para aproximar os discentes do processo de criação matemática. Constatamos que ambas as pesquisas se fundamentam em Balacheff e Harel e Sowder, cujos discursos convergem para argumentação e prova na escola, a partir de um amplo espectro que vai desde ações práticas – para fundamentar as comunicações em sala de aula – até uma aproximação com o rigor requerido pela matemática formalizada (Amossy, 2006).

Diante da análise do título e os objetivos das dissertações, temos indícios de que as comunicações em sala são pontos primordiais na busca de tornar a prática da argumentação um dispositivo pertinente ao ensino, de alunos com necessidades educacionais especiais ou não (Quadro 6).

Quadro 6 – Pesquisas selecionadas para metanálise - títulos e objetivos

02	Autor	Mauricio Alfredo Ayala de Carvalho
	Título	Um estudo do processo de argumentação por alunos cegos
	Objetivo	Analisar respostas dadas por alunos cegos em problemas matemáticos que normalmente evocam referências visuais, visto que o fator visual é de grande peso na argumentação dos videntes (p.11)
07	Autor	Joao Carlos Caldato Correia
	Título	Argumentação, prova e demonstração: uma investigação sobre as concepções de ingressantes no curso de licenciatura em Matemática
	Objetivo	Investigar as concepções de licenciados ingressantes sobre argumentação, prova e demonstração matemática (p. 21)

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Os objetivos indicam-nos trabalhos empíricos numa perspectiva de pré-processos de prova matemática. Nesta perspectiva, inferimos que tais pesquisas buscam introduzir a argumentação e a prova em matemática fora do ambiente formal e estritamente teórico, apoiando-se em atividades empíricas. Todavia, deve-se ressaltar que a Matemática envolve competências como saber argumentar, defender ponto de vista, desafiar conjecturas

controversas e provar as próprias ideias a outras pessoas. O discurso parece ir ao encontro de se ter atividades na escola que propiciem aos alunos ferramentas, tempo e habilidades para expressar seu pensamento de forma verbal ou por escrito (Boero; Garuti; Mariotti, 1996; Lampert, 1990).

Nesse sentido, os materiais alternativos tiveram como finalidade fazer com que o aluno deficiente visual se apropriasse de estruturas matemáticas, numa perspectiva de utilização de materiais que remetam a objetos matemáticos. Nesse habitat sensorial, o aluno deficiente visual necessita analisar, a todo instante, informações que lhe chegam, a fim de tomar decisões que lhe sejam mais convenientes e ajustadas, com mediações do professor. Desse modo, a interação ocorre com o aluno de forma mais efetiva, o que faz com que as tarefas sejam inseridas com auxílio de recursos materiais, numa espécie de isomorfismo necessário à condição do aluno com necessidades educacionais especiais.

As necessidades de cada um requerem tratamento específico e o professor deve estar apto a lidar com essas demandas. Por exemplo, o ensino do braille requer um professor com papel ativo, fundamental para a transmissão do conhecimento já existente, para o confronto com o conhecimento produzido, sem o foco na simples adaptação do sujeito às mudanças da sociedade. Não é o aluno cego que deve se adaptar à escola, mas a escola que deve criar modos de ensinar que permitam o acesso deste aluno a todos os conteúdos escolares. Nessa perspectiva, as tecnologias abriram possibilidades para as escolas e para os alunos cegos e podem ser instrumentos importantes para seu ensino como complemento à escrita braille e não em substituição a ela.

Os recortes da pesquisa 2 permitem-nos ter uma visão mais específica, para além do apresentado no resumo.

Esta pesquisa analisou esquemas de prova de dois alunos cegos cursando o nono ano do ensino fundamental [...] e dois alunos cegos cursando o oitavo ano do ensino fundamental [...] aplicando um conjunto de problemas pensados de forma a evocar uma imagem visual por parte de videntes, com o objetivo de analisar como seriam as respostas de alunos cegos. Através de pesquisas com alunos videntes (Harel; Sowder, 2007), constatou-se que estes tendem a se utilizar de um tipo de prova que foge dos esquemas de prova analítica [...] chamados de dedutivos em Harel e Sowder (2007). Segundo eles, “alunos baseiam suas respostas na aparência dos desenhos, e imagens mentais por si só denotam os termos geométricos” (Harel; Sowder, 2007, p. 48) [...] Constatou-se que, assim como no caso dos videntes, a maioria dos esquemas de prova seguidos são empíricos, sendo a percepção tátil a referência de maior peso.

Informações visuais foram um fator de peso em pesquisas ao redor do mundo com videntes, informações táteis foram um fator de peso com os cegos em suas estratégias de prova. (Carvalho, 2016, p. 102).

[...]

Observou-se também que, ao mesmo tempo em que recursos visuais são muitas vezes uma base para os pseudoconceitos dos videntes, os recursos táteis também são base para pseudoconceitos a serem trabalhados com cegos. (Carvalho, 2016, p. 104).

[...]

Neste estudo pôde-se notar uma tendência por parte dos cegos de seguir esquemas mais empíricos e a fazer referência a fatos observados através de experiências concretas. Embora por si estes não sejam fatores negativos, fica uma preocupação que já existe no caso dos alunos videntes, de como evoluir a partir de tal estado para melhor desenvolver habilidades de argumentação. Para futuros trabalhos, fica a sugestão de um estudo mais profundo acerca de pseudoconceitos, pois uma vez que os esquemas notados são em maioria empíricos, nota-se o peso da concretude dos conceitos trabalhados, logo, imagina-se que evoluir os pseudoconceitos a conceitos abstratos possa contribuir para um desenvolvimento nos esquemas de prova. (Carvalho, 2016, p. 104-195).

Em relação à problemática de pseudoconceitos que emergem de ações práticas dos ditos argumentos pragmáticos, ressaltado por Carvalho (2016), evocamos Douek e Scali (2000), em virtude de esses indicarem que, para atingir a construção conceitual no processo de argumentações, em sala de aula, passa-se inicialmente por uma experiência de referência que consiste em uma situação de argumentação, na qual os alunos precisam explicar, justificar ou contrastar argumentações a respeito de um dado conceito em vias de construção. Ou seja, a passagem de pseudoconceitos a conceitos está prevista na literatura que discute argumentação, uma vez que as experiências de referências devem estar conectadas de forma funcional às representações simbólicas do conceito em jogo e cabe ao professor articular tarefas que favoreçam a passagem de um patamar a outro.

A referida experiência, que envolve ações como as propostas por Carvalho (2016), desencadeia argumentações sobre os objetos do saber em jogo e envolve os alunos num processo de cooperação e comunicação de ideias. O envolvimento de algumas representações práticas e simbólicas pode ser concatenado ao uso consciente que possibilite aos discentes relacionarem a experiência aos saberes nela envolvidos, favorecendo assim interpretações semânticas, como Carvalho (2016) revela em trechos de sua conclusão.

Ademais, a experiência de referência desencadeia interações entre alunos e entre alunos e professores que potencializam o relacionamento das ações práticas e argumentações pragmáticas que a sustentam a construção de conceitos e o caminhar para argumentações mais bem elaboradas, do ponto de vista matemático.

Em Correia (2018) (pesquisa 7), temos que:

Com relação ... ao modo como os licenciandos ingressantes interpretam e avaliam as produções de alunos ... observamos uma preferência pelos argumentos dedutivos (Correia, 2018, p. 193).

[...]

poderíamos até inferir que os licenciandos ingressantes não aceitam argumentos visuais e privilegiam os raciocínios simbólicos e algébricos (Correia, 2018, p. 194). [...]

podemos inferir que a maioria dos licenciandos ingressantes não sabe como desencadear uma argumentação dedutiva e não domina as técnicas de prova (Correia, 2018, p. 195). [...]

Isto pode ser um indicativo de que o ensino de Matemática, no decorrer da Educação Básica e do Ensino Superior, privilegia mais os procedimentos em detrimento da compreensão dos conceitos. Por essa razão, propomos [...] uma reflexão sobre a necessidade dos cursos de formação inicial conceber a temática da argumentação e provas como um possível recurso metodológico a ser utilizado em sala de aula. (CORREIA, 2018, p. 196). [...]

Em 32 questionários, identificamos que pelo menos em uma dessas questões foram utilizados argumentos empíricos (com referência aos que sugeriram ou fizeram uso de exemplos numéricos, meros desenhos, recorte/dobradura, *softwares*, materiais manipulativos) e que em 41 questionários pelo menos em uma dessas questões foram empreendidos argumentos válidos [...] E apesar desse último grupo representar 52,6% da amostra, esses índices reforçam o fato de que a maioria dos ingressantes não tem clareza sobre como elaborar uma prova matemática. Primeiramente porque dentre esses 41 estudantes, 12 deles empreenderam tanto argumentos empíricos quanto dedutivos em suas respostas. Em seguida, porque a categoria que predominou nas três questões se refere aos sujeitos que não apresentaram justificativas, conforme descrito anteriormente. (Correia, 2018, p. 196). [...]

grande parte da amostra assume que o uso de meros desenhos e exemplos não caracteriza uma demonstração, mas concorda que o seu uso fornece *insights* e auxilia na construção de uma prova matemática. (Correia, 2018, p. 198). [...]

Com base em nossa investigação, é possível afirmar que existe uma preferência entre os licenciandos ingressantes pelos argumentos que se enquadram no tipo de prova conceitual (Balacheff, 1988) e no esquema de prova analítica (Harel; Sowder, 1998). Principalmente, quando se trata de avaliar as justificativas de alunos [...] de ensinar supostamente um determinado conteúdo na Educação Básica [...] ou de elaborar hipoteticamente uma resposta no teste de Geometria Euclidiana [...] Além disso, constatou-se que, muitos deles, interpretam a prova/demonstração com o significado de validar algo e que a maioria acredita que uma prova matemática deve necessariamente se apoiar no processo dedutivo baseado em um sistema axiomático. (Correia, 2018, p. 199). [...]

Por outro lado, apesar da inclinação pelas justificativas mais “formais” e “rigorosas” observadas nos sujeitos que compuseram a nossa amostra, na prática, constatamos que a maioria deles não sabe como desencadear uma argumentação lógica e não domina as técnicas de prova [...] Além disso, muitos deles utilizam evidências empíricas para validar os resultados matemáticos, sem mencionar também, que mais da metade da amostra assinalou a necessidade de verificar uma afirmação por meio de exemplos, mesmo depois de prová-la. (Correia, 2018, p. 200).

Segundo Perelman e Tyteca (2005), demonstração e argumentação distinguem-se: a demonstração não admite ambiguidade. Na argumentação, a ambiguidade não está excluída, uma vez que se desenrola na língua natural. Além disso, a demonstração processa-se de acordo com regras explicitadas em sistemas formalizados. E, por fim, os fundamentos na demonstração e na argumentação diferem em decorrência dos pontos de partida não terem o mesmo estatuto. Os axiomas da demonstração não são colocados em debate – são verdades universais independentes do contexto. Nesse sentido, Duval (1995) opõe argumentação e demonstração: a demonstração deve basear-se em um raciocínio válido, fundamentalmente dedutivo e resultante da aplicação do *modus ponens*; a argumentação, pelo contrário, não obedece a restrições de validade nem à organização das razões direcionadas e sim a restrições de pertinência, de vinculação entre os conteúdos da afirmação e das razões com que se busca justificá-las.

Enquanto, na primeira, a conclusão, se impõe necessariamente ao indivíduo que compreende seu funcionamento, na segunda, essa imposição não é em absoluto garantida. Ainda que Duval postule a existência de uma grande distância cognitiva entre argumentação e demonstração, reconhece que a distância em nível discursivo pode não ser tão grande e admite o debate entre a existência de uma ruptura ou de continuidade entre uma e outra atividade em nível cognitivo. Inferimos que as premissas da argumentação podem se fundamentar em discursos meramente retóricos, e, assim, buscar persuadir independentemente de se fundamentarem em verdades – a argumentação versa sobre o que é verosímil, provável ou desejável, atrelada a um contexto sociocultural. Por outro lado, muitas demonstrações foram antecedidas por argumentações conjecturais, ou seja, o uso racional da argumentação pode fundamentar o raciocínio demonstrativo (Toulmim, 2006).

Na pesquisa de Correia (2018), é latente a distinção entre argumentação e demonstração, principalmente, do ponto de vista dos estudantes, mas tal distinção pareceu estar mais em nível de discurso do que se configurar nas ações. Pelos resultados de Correia (2018), inferimos que seja possível que, em sala de aula, a prática da argumentação possa favorecer a autonomia e a tomada de decisão, pois a comunicação de ideias matemáticas necessita de competências linguísticas, da capacidade de resolver problemas e de comunicar tais ideias, além de validar hipóteses e justificar respostas (Amossy, 2006; Nunes, 2014; Nunes; Almouloud, 2015). Por outro lado, os dados revelam que tal relação deve ser tratada com os devidos cuidados, pois Aristóteles (1969), por exemplo, distingue argumentos estritamente lógicos, na obra os *Analíticos*, reservando os argumentos ditos *dialéticos* ou prováveis para os *Tópicos* e a *Retórica*. Essa separação torna evidente aquilo que é demonstrável e aquilo que é arguível.

No entanto, insistimos em afirmar que argumentação e demonstração podem se complementar. Como ressalta Toulmim (2006), a demonstração é um caso específico da

argumentação. Esse discurso de continuidade entre argumentação e demonstração ganha espaço em pesquisas da Educação Matemática (Douek, 1998; Thurston, 1994; Pedemonte, 2005). Nesse sentido, há indícios em Boero, Garute e Mariotti (1996) e Mariotti (2002), dentre outros, de que a demonstração se torna mais acessível aos estudantes, quando esses produzem conjecturas, em sala de aula de matemática, com apoio em argumentos.

Os recursos didáticos são utilizados por docentes, em salas de aula, pois é uma etapa de grande relevância no ensino e na aprendizagem, uma vez que recursos adequados podem representar instrumentos facilitadores capazes de estimular e enriquecer a vivência diária não só dos educadores, mas também dos educandos.

Favorecer a apreensão de conceitos é a finalidade dos recursos didáticos, posto que dependem do íntimo contato da criança com as coisas do mundo e, para suprir pedagogicamente as lacunas presentes, em particular, vislumbrando a pesquisa de Carvalho (2016), se as crianças apresentarem falta da visão.

De acordo com Cerqueira e Ferreira (2000):

[...] todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem. (Cerqueira; Ferreira, 2000, p. 1).

Cerqueira e Ferreira (2000, p. 3) expõem diversos recursos didáticos utilizados na educação, em especial, para alunos com deficiência visual, indicando que devem: “possuir um tamanho adequado às condições do aluno; possuir relevo perceptível quando se tratar de um recurso háptico; não ser algo que machuque ou gere desconforto ao toque; ter cores fortes e contrastantes no caso de ser para um aluno de baixa visão; ser tão fiéis quanto o possível quando forem representações de outros modelos; serem fáceis de manusear, assim como duráveis e seguros”.

Barbosa (2003) alerta para a importância da criação de novas ideias e recursos, em especial, em geometria, para melhorar a prática em sala de aula, dando melhor suporte ao desenvolvimento de conceitos por alunos com deficiência visual. Tal necessidade é reforçada, uma vez que recursos didáticos são utilizados, como por exemplo, o geoplano.

E mais, Barbosa (2003) ainda expõe sugestões para desenvolvimento de novos recursos, apontando a obrigação de o professor ser comprometido com a prática didática, por meio de laboratórios de geometria e de projetos de construção de modelos geométricos.

Batista (2005) e Nunes e Lomônaco (2001) apontam as dificuldades para ensinar as crianças e, em especial, as cegas, uma vez que devem ser estimuladas a desenvolver e representar os conceitos de acordo com os seus estímulos. Fundamentados em Vygotsky

(1993), esses autores afirmam que tais estímulos devem ser proporcionados de forma a guiar o aluno cego por caminhos alternativos que lhes favoreçam a apreensão de conhecimentos, indicativos que conduzem muitos pesquisadores a conceberem que isso pode ser feito por meio dos recursos didáticos, conforme apontado por Cerqueira e Ferreira (2000).

Evidenciamos ainda que as argumentações não matemáticas, como as pragmáticas, anunciadas por Perelman e Tyteca (2005) estão presentes, em sala de aula, como, por exemplo, o recurso a uma ação, seja de observação, seja de manipulação etc., que possa justificar uma conclusão. Para Cabassut (2005), as instituições de ensino de matemática são instituições que recorrem a validações matemáticas e não matemáticas. Nesse sentido, observamos que as argumentações pragmáticas, como aquelas oriundas da manipulação de materiais, podem auxiliar na compreensão de propriedades matemáticas, como constatamos em Carvalho (2016) e Correia (2018).

É necessário destacar que as argumentações não matemáticas e suas respectivas validações servirão de apoio para se compreender propriedades, definições, provas etc., e, assim, auxiliarão na validação presente no ensino da matemática (Cabassut, 2005). Constatamos por outro lado, que a prática argumentativa pode levar os discentes a utilizarem o raciocínio para a resolução de problemas matemáticos, de acordo com as necessidades de investigar a funcionalidade de cada assunto pesquisado.

Em Correia (2018) e Carvalho (2016), evidenciamos uma dupla perspectiva no uso da argumentação em salas de aulas de matemática: a primeira buscando moldar-se à estrutura formal das demonstrações matemáticas e a segunda afastando-se da formalidade e buscando aproximação com a retórica: o discurso pragmático ganha força e apoio não necessariamente na confirmação matemática e sim na percepção, na visualização, nas ações etc.

4 Conclusão

As contribuições à prática da argumentação em sala de aula de matemática e às investigações em nível de teses e dissertações demonstram que não há direcionamento acentuado, em sala de aula, no sentido de estabelecer essa prática como comum. Verificamos que são práticas isoladas que ainda necessitam de maior difusão, nas escolas o que se desdobra no atendimento do objetivo de nossa pesquisa de investigar possíveis contribuições da argumentação, no ensino e na aprendizagem da matemática.

Evidenciamos, em nossa pesquisa, que a comunicação de ideias matemáticas necessita, além de competências linguísticas, da capacidade de resolver problemas e de comunicar tais ideias, do estabelecimento de relações entre os conceitos, da relação lógica

entre causa e consequência, da capacidade de validação de hipóteses, da justificativa de respostas e da validação.

Constatamos ainda que a argumentação está presente tanto em atividades cotidianas como na construção do pensamento matemático, além de oportunizar alunos sem e com Necessidades Educacionais Especiais. E pode estar presente desde os primeiros anos da educação, particularmente, em matemática, como uma possibilidade de acesso a processos mais complexos da demonstração.

A argumentação pode ser conduzida no sentido de fundamentar a validade de um resultado ou de uma afirmação, que pode ou não ser aceito em certo contexto. Com efeito, a argumentação é o processo que apoia a demonstração, no sentido de análise, tendo em vista o raciocínio dedutivo em sala de aula.

Nas pesquisas enfocadas, identificamos que a utilização de recursos didáticos no ensino de matemática favorece o desenvolvimento de habilidades necessárias à prática da argumentação, para alunos com ou sem deficiência. O ponto chave para se difundir a prática da argumentação, como dispositivo didático, no ensino e aprendizagem da matemática, é a orquestração do professor na criação, no planejamento e na mediação de situações potencialmente geradoras de comunicação de ideias.

Buscamos contribuir para o campo de pesquisa da Educação Matemática e, particularmente, para a prática da argumentação, em sala de aula, evidenciando que a argumentação, na educação, tem alguns aspectos que não podem deixar de ser contemplados, tais como: identificação e seleção de questões potencialmente controversas; escolha do material de apoio a ser utilizado; discriminação de conteúdos científicos que possam fundamentar discussões; discernimento do melhor momento para realizá-la, considerando o planejamento, o desenvolvimento e os objetivos da disciplina; formas de intervenção que favoreçam a iniciação e o desenvolvimento de situações argumentativas; elaboração de formas e de instrumentos de avaliação que contemplem não apenas a aprendizagem dos conteúdos, mas outros objetivos associados à prática argumentativa.

REFERÊNCIAS

AMOSSY, R. **L'argumentation dans le discours**. 4. ed. Paris: Armand Colin, 2006.

APOLINÁRIO, H. L. **Análise dos conteúdos abordados nos anos finais do ensino fundamental no município do Rio de Janeiro: o tópico de Desenho Geométrico**. 2018. (Dissertação) – Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pemat.im.ufrj.br/index.php/pt/producao-cientifica/dissertacoes/2018/149-analise-dos-conteudos-abordados-nos-anos-finais-do-ensino-fundamental-no-municipio-do-rio-de-janeiro-o-topico-de-desenho-geometrico>. Acesso em: 29 de jan. 2018.

ARISTÓTELES. **Arte retórica e arte poética**. Trad. A. P. Carvalho. Rio de Janeiro: Edições de Ouro, s/d.

BALACHEFF, N. **L'argumnetation est-elle um obstacle?** Invitation à um débat... Disponível em [http://unlettredelapreuve.it/OldProuve/News letter/990506.html](http://unlettredelapreuve.it/OldProuve/Newsletter/990506.html)1999. Acesso em: 17 ago. 2019.

BALACHEFF, N. Processus de preuves et situations de validation. **Educational Studies in Mathematics**, New York, v.18, n. 2, p. 147-176. mai. 1987.

BALACHEFF, N. **Une etude des processs de prevue en mathématiques**. Tese (doutorado) – Ciências e Didática das Matemáticas, Universidade Joseph Fourier, Grenoble, 1988. Disponível em: <https://theses.hal.science/tel-00326426>. Acesso em: 19 ago. 2018.

BARBOSA, P. O estudo da geometria. **Revista Benjamim Constant**. Rio de Janeiro, n. 25, ago. 2003.

BATISTA, C. G. Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Brasília, v. 21, n. 1. abr. 2005.

BOAVIDA, A. M. R. **A argumentação em Matemática**: investigando o trabalho de duas professoras em contexto de colaboração. 2005. 975 f. Tese (Doutorado) - Educação. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2005. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/3140>. Acesso em: 27 mai. 2019.

BOERO, P.; GARUTI, R.; MARIOTTI, M. A. Some dynamic mental processes underlying producing and proving conjectures. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 20., 1996, Valencia. **Proceedings** [...]. Berlin: Group for the Psychology of Mathematics Education, 1996. p. 121-128.

BOERO, P.; DOUEK, N.; FERRARI, P. L. **Developing mastery of natural language**: Approaches to Approaches to some theoretical aspects of mathamatics. New York: Routledge, 2008. E-book (1066 p.). ISBN 10: 0-8058-5875-X (hbk). Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9780203930236>. Acesso em: 21 ago. 2018.

CABASSUT R. **Démonstration, raisonnement et validation dans l'enseignement secondaire des mathématiques en France et en Allemagne**. 2005. Tese (Doutorado) - Didática da Matemática. Ecole doctorale Savoir scientifique: épistémologie, histoire des sciences, didactique des discipli-

- nes. Université Paris 7, Paris, 2005. Disponível em: <https://www.theses.fr/2005PA070014>. Acesso em: 29 de jan. 2018.
- CARVALHO, M. A. A. **Um estudo do processo de argumentação por alunos cegos**. 2016. (Dissertação) - Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: http://www.pg.im.ufrj.br/pemat/MSc%2077_Mauricio%20Alfredo%20Ayala%20de%20Carvalho.pdf. Acesso em: 29 de jan. 2018.
- CERQUEIRA, J.; FERREIRA, E. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**. Rio de Janeiro, v. 15. mar. 2000.
- CORREIA, J. C. C. **Argumentação, prova e demonstração**: uma investigação sobre as concepções de ingressantes no curso de licenciatura em Matemática. 2018. (Dissertação) - Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pemat.im.ufrj.br/index.php/pt/producao-cientifica/dissertacoes/2018/237-argumentacao-prova-e-demonstracao-uma-investigacao-sobre-as-concepcoes-de-ingressantes-no-curso-de-licenciatura-em-matematica>. Acesso em: 29 de jan. 2019.
- DOUEK, N. Analysis of a long term construction of the angle concept in the field of experience of sunshadows In: PROCEEDINGS OF CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 22., 1998, Stellenbosch. **Proceedings** [...] Berlin: Group for the Psychology of Mathematics Education, 1998. v. 2, p. 264–271. Disponível em: <https://www.igpme.org/publications/current-proceedings/>. Acesso em: 13 de jun 2018
- DOUEK, N.; SCALI, E. About argumentation and conceptualization. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, 24., 2000, Hiroshima. **Proceedings** [...]. Berlin: Group for the Psychology of Mathematics Education, 2000. p. 249-256.
- DUVAL, R. **Sémiosis et pensée hamuine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels**. 1 ed. Paris : Peter Lang, 1995.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 1 ed. Campinas: Autores Associados, 2009.
- FREEDMAN, A.; PRINGLE, I. Why students can't write arguments. **English in Education**, London, v. 18, n. 2, p. 73-84. jun. 1984.
- GRÁCIO, R. Que fenómenos estuda a teoria da argumentação? Em que consistem assuas tarefas descritivas? **Revista Filosófica de Coimbra**, Coimbra, v. 17, n. 33, p. 125-146. jan. 2008.
- GRÁCIO, R. **Discursividade e perspectivas. Questões de argumentação**, 1. ed. Coimbra: Grácio. Editor, 2009a.
- GRÁCIO, R. Com o que é que se parece uma argumentação? Representações sociais do argumentar. **Revista Comunicação e Sociedade**, Braga, v. 16, p. 101-122. dez. 2009b.
- GRIZE, J. B. Argumenter et/ou Reasonner. **Filosofia**, Lisboa, v. 3, p. 89-101. nov. 1986.

GRIZE, J. B. **Logique naturelle et communications**. 1 ed. Paris: Presses Universitaires de France, 1996.

HAREL, G.; SOWDER, L. Students' proof schemes: Results from exploratory studies. In: SCHOENFELD, A. H.; KAPUT, J.; DUBINSKY, E. (ed.). **Research in collegiate mathematics III**. Providence, Rhode Island: American Mathematical Society. 1998. p. 234-282.

KUHN, D. Science Argumentation: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, New Jersey, v. 77, n. 3, p. 319-337. jun.1993.

LAMPERT, M. When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. **American Educational Research Journal**, Thousand Oaks, v. 27, n. 1, p. 29-63. Marc. 1990.

LEITÃO, S.; FERREIRA, A. P. M. Argumentação infantil: condutas opositivas e antecipação de oposição. In: MEIRA, L.; SPINILLO, A. G. (org.). **Psicologia Cognitiva: cultura, desenvolvimento e aprendizagem**. Recife: Editora da UFPE, 2006. p. 236-258.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção de conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M C. (org.). **Argumentação na escola: O conhecimento em construção**. Campinas: Pontes Editores. 2011.

LEITÃO, S.; RAMÍREZ, N.; RUIZ, L.; BARROS, N.; SOUZA, D.; FERNANDES, L. Desenvolvimento de competências argumentativas no ensino superior: discussão de uma experiência-piloto. **Educação em Foco: revista de educação**, Juiz de Fora, v. 1, n. 87. ago. 2012.

LOMÔNACO, J. F. B.; PAULA, F. V.; MELLO, C. B.; ALMEIDA, F. A. Desenvolvimento de Conceitos: O Paradigma das Transformações. **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Brasília, v. 17, n. 2. ago. 2001.

KNIPPING, C. Argumentation structures in classroom proving situations. In: THIRD CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION (ERME), 3., 2003, Bellaria. **Proceedings** [...]. Osnabrueck: European Society for Research in Mathematics Education, 2003. p. 1-9.

KRUMMHEUER, G. The ethnography of argumentation. In: P. COBB; H. BAUERSFELD (Eds.), **The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures**. 1º ed. New York: Erlbaum, p. 229-269, 1995.

KRUMMHEUER, G. Argumentation and participation in the primary mathematics classroom Two episodes and related theoretical abductions. **Journal of Mathematical Behavior**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 60-82. dez. 2007.

MARIOTTI, M. A. La preuve em Mathématique. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**. Eggenstein-Leopoldshafen, v. 34, n. 4, p. 132-144. ago. 2002.

NUNES, J. M. V. Argumentação no Ensino de Matemática: Uma Nova Perspectiva In: **Metodologia e Processos Formativos em Ciências e Matemática**. 1 ed. São Paulo: PACO, v. 1, p. 119-152, 2014.

NUNES, J. M. V.; ALMOULOU, S. A. The Practice of Argumentation as a Method of Teaching and Learning Mathematics. **International Journal for Research in Mathematics Education**. Brasília, v. 5, p.12 – 35. jan./jun. 2015.

NUNES, S. S.; LOMÔNACO, J. F. B. Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos de aquisição do conhecimento. **Psicologia Escolar e Educacional**, Campinas, v. 12, p. 119-138. jun. 2008.

PEDEMONTE, B. **Etude didactique et cognitive des rapports de l'argumentation et de la démonstration dans l'apprentissage des mathématiques**. 2002. (Doutorado) - Didática da Matemática. Université Joseph Fourier, Grenoble I, Gênova, 2002. Disponível em: <https://www.theses.fr/2002GRE10073>. Acesso em: 29 de jan. 2018.

PEDEMONTE, B. Quelques outils pour l'analyse cognitive du rapport entre argumentation et démonstration. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Paris, v. 25, p. 313-348, jan. 2005.

PEDEMONTE, B. How can the relationship between argumentation and proof be analysed? **Educational Studies in Mathematics**, n. 66, p. 23-41, 2007.

PERELMAN, C.; TYTECA, L. O. **Tratado da argumentação: a nova retórica**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

RAPANTA, C.; GARCIA-MILA, M. Current trends in educational research on argumentation. What comes after Toulmin? In: **Proceedings of the 8th International Conference of the Society for the Study of Argumentation**, 1-4 July, Amsterdam. 2014.

SANTOS, J. S. **Sequência de ensino-aprendizagem em torno das histórias em quadrinhos a luz das interações discursivas e do engajamento dos alunos**. 2018. (Dissertação) – Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/8301>. Acesso em: 29 de jan. 2018.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

SILVA, R. P. **O trabalho colaborativo numa concepção dos tempos pedagógicos na educação básica**. 2018. (Dissertação) – Educação em Ciências e em Matemática. Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2018. Disponível em: http://www.gpeacm.ufpr.br/?page_id=394. Acesso em: 29 de jan. 2018.

SILVA-JUNIOR, W. A. **Uma análise curricular da Matemática dos programas ENCCEJA, Nova EJA e PEJA no Estado do Rio de Janeiro**. 2015. (Dissertação) - Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3383964. Acesso em: 29 de jan. 2019.

THURSTON, W. P. On Proof and Progress in Mathematics. **Appeared in Bulletin of the American Mathematical Society**. Providence, v. 30, n. 2, p. 161-177, abr. 1994.

TOULMIN, S. E.; RIEKE, R.; JANIK, A. **An introduction to reasoning**. 1. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1984.

TOULMIN, S. E. **Os usos dos argumentos**. Tradução: Reinaldo Guarany e Marcelo Brandão Cippolla. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VYGOTSKY, L. S. **Fundamentals of Defectology**. Nova Iorque: Springer Science+Business Media, 1993.

YACKEL, E. Explanation, justification and argumentation in mathematics classrooms. In: M. Heuvel-Panhuizen (Ed.). **Actas da 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**, Utrecht: Utrecht University, 2001, p. 1-24.

YACKEL E.; COBB, P. Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v. 27, n. 4, p. 458-477, jul. 1986.

ZOCOLER, F. A. S. **O processo de ensino aprendizagem do discurso científico nos primeiros anos do ensino fundamental I**. 2016. (Dissertação) - Ensino e História das Ciências e da Matemática. Universidade Federal do ABC. Santo André, 2018. Disponível em: http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo_sophia=105988. Acesso em: 13 de fev. 2019.

Recebido em dezembro/2022 | Aprovado em outubro/2023

MINIBIOGRAFIA

Addelia Elizabeth Neyrão de Mello

Mestra em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora da Faculdade Pan Amazônica (FAPAN) e da Faculdade Paraense de Ensino (FAPEN). E-mail: add_mello@yahoo.com.br

José Messildo Viana Nunes

Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor Associado II do Instituto de Educação Matemática e Científica e do Programa de Pós-Graduação em Ciências, Matemática e Linguagens da Universidade Federal do Pará (UFPA), coordenador do Grupo de Estudos e Pesquisas da Didática da Matemática e coordenador do Laboratório de Pesquisa Ensino e Desenvolvimento da Educação Matemática da UFPA. E-mail: messildo@ufpa.br