

A diversidade de abordagens nas pesquisas em educação matemática

The diversity of approaches in research in mathematical education

La diversidad de enfoques en investigación en educación matemática

Pedro Franco de Sá

Universidade do Estado do Pará (UEPA)

José Ricardo e Souza Mafra

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

RESUMO

O presente artigo traz de forma sintética um percurso introdutório sobre discussões voltadas para a compreensão de abordagens de pesquisa desenvolvidas em educação matemática. A partir de uma breve explanação de aspectos relacionados ao desenvolvimento dos percursos das tendências ou abordagens em educação matemática, apresenta-se um panorama relacionado com a multiplicidade e diversidades de procedimentos de pesquisa, ações e delineamentos instrumentais e metodológicos, configurados nas últimas décadas, de uma forma progressiva. Este panorama, de certa forma, projeta uma amplitude de possibilidades de pesquisas, apresentando alguns exemplos de configurações, instrumentos, procedimentos ou denominações de investigações. Concluímos, apresentando uma discussão envolvendo o futuro da pesquisa em educação matemática, projetando epistemologias de abordagens possíveis e uma discussão sobre alguns cuidados e precauções que os investigadores em educação matemática necessitam ter quando do delineamento e organização das suas pesquisas.

Palavras-chave: Educação matemática, Abordagens metodológicas, Pesquisa educacional.

ABSTRACT

This article summarizes an introductory course on discussions aimed at understanding research approaches developed in mathematics education. Based on a brief explanation of aspects related to the development of trends in mathematical education trends or approaches, a panorama related to the multiplicity and diversity of research procedures, actions and instrumental and methodological designs, configured in the last decades, is presented a progressive way. This panorama, projects a wide range of research possibilities, presenting some examples of configurations, instruments, procedures or denominations of investigations. We conclude by presenting a discussion involving the future of research in mathematics education, projecting epistemologies of possible approaches and a discussion about some care and precautions that mathematics education researchers need to have when designing and organizing their research.

Keywords: Mathematical education, Methodological approaches, Educational research.

RESUMÉN

Este artículo resume un curso introductorio sobre discusiones destinadas a comprender los enfoques de investigación desarrollados en educación matemática. A partir de una breve explicación de aspectos relacionados con el desarrollo de tendencias en las tendencias los enfoques de la educación matemática, se presenta un panorama relacionado con la multiplicidad y diversidad de procedimientos, acciones y diseños instrumentales y metodológicos de investigación, configurados

Submetido em: 27 de setembro de 2020

DOI:

Aprovado em: 30 de novembro de 2020

<http://dx.doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2020.n16.p192-209.id305>

en las últimas décadas. Una forma progresiva. Este panorama, proyecta un amplio abanico de posibilidades de investigación, presentando algunos ejemplos de configuraciones, instrumentos, procedimientos o denominaciones de investigaciones. Concluimos presentando una discusión sobre el futuro de la investigación en educación matemática, proyectando epistemologías de posibles enfoques y una discusión sobre algunos cuidados y precauciones que los investigadores en educación matemática deben tener al diseñar y organizar su investigación.

Palabras clave: Educación matemática, Enfoques metodológicos, Investigación educativa.

Introdução

A Educação matemática como área de pesquisa tem sua origem dos diversos movimentos ocorridos em diferentes regiões do mundo em busca de soluções, possibilidades e compreensões, diretamente relacionadas com métodos, resultados, processos e aspectos de ensino, aprendizagem e avaliação da Matemática, na educação escolar.

Uma discussão, em nível local e global, torna-se relevante tanto por apontar questões tecnológicas, sociais e econômicas do planeta - às quais a matemática se encontra intimamente atrelada - quanto em permitir indicar possíveis soluções e encaminhamentos aos enfrentamentos dos nossos problemas quotidianos, mais especificamente, os nossos problemas (e dilemas) educacionais.

Entendemos que conexões e esclarecimentos proporcionados por questões de pesquisas e estudos científicos, devem ser gradativamente discutidos e disseminados com mais frequência em nosso meio acadêmico e nos diferentes sistemas e instituições educacionais as quais o corpo de professores que atuam na educação básica pertencem, se quisermos dar uma visibilidade maior às características relativas aos aspectos que norteiam processos e práticas efetivas de pesquisa. Diferentes abordagens, nesse sentido, permitem estabelecer caracterizações iniciais e inerentes aos processos de mobilização e dinâmica do pensamento matemático, visando o alcance de objetivos e finalidades diversas.

Este trabalho apresenta elementos referenciais para se pensar como a atividade da pesquisa relativa a educação matemática vem se delineando - em se tratando de propostas, ações e desdobramentos de investigações - tendo como base um entendimento e a compreensão de amplitudes de diversidades de pesquisas, procedimentos de pesquisa, ações e delineamentos instrumentais e metodológicos, configurados nas últimas décadas, de forma progressiva. Este panorama, de certa forma, projeta uma amplitude de possibilidades de pesquisas, apresentando alguns exemplos de configurações, instrumentos, procedimentos ou denominações de investigações. Concluimos as considerações, no mesmo, projetando epistemologias de abordagens possíveis e uma discussão sobre alguns cuidados e precauções que os investigadores em educação matemática necessitam ter quando do delineamento e organização das suas pesquisas.

Educação Matemática: multiplicidade de abordagens de pesquisa

Ao darmos continuidade em uma discussão sobre a diversidade de abordagens e perspectivas da pesquisa em educação matemática abordadas no trabalho de Mafra e Sá (2020), não pretendemos, com esse texto, esgotar o assunto em que nos propomos dissertar. A nossa intenção é fornecer subsídios para a continuidade de discussões relativas ao ensino da matemática e que possam trazer possibilidades de questões e reflexões sobre aspectos metodológicos das pesquisas. Além disso, procura-se discutir aspectos e características mais

intrínsecas, relativas a elementos estruturantes e de procedimentos de pesquisas a serem configurados nas etapas que compõem uma determinada investigação.

Inicialmente, as primeiras pesquisas em educação e mais especificamente em educação matemática, envolvendo aprendizagens e comportamentos estavam muito focadas em métodos empíricos desenvolvidos, com base em pressupostos psicológicos, provenientes das correntes behavioristas e empiristas. Após a 2ª guerra mundial surgem evidências de que as pesquisas começam a convergir para as discussões voltadas não apenas relacionadas com a resolução em si, de problemas intrínsecos à determinados objetos matemáticos e, conseqüentemente, o entendimento de suas compreensões e representações. Boa parte dos estudos, nesse contexto pós-guerra, eram conduzidos por pressupostos estatísticos, seguindo uma forte influência instrumental e psicométrica. Gradativamente, o deslocamento de questões de investigações educacionais, passa a ser nas discussões envolvendo os processos e mecanismos de organização cognitiva.

Mais adiante, em especial, nas décadas de 70 e 80, as pesquisas começam a tomar um rumo bastante diversificado. Movidas por interesses diversos e por necessidades e interesses pontuais de grupos de pesquisas, ao redor do mundo, os estudos da mente e do cérebro ganham força e se tornam objetos de investigação voltados para a compreensão da atividade mental e os efeitos relacionais com as aprendizagens de conceitos e teorias matemáticas (SCHOENFELD, 2008).

O foco na resolução de problemas e nos estudos culturais também ganham força, fomentando uma discussão bastante profícua em relação a cognição e a cultura. Temos assim um desdobramento bastante claro, em relações a direções epistemológicas em pesquisas educacionais, voltadas para a educação matemática:

- i) elementos de pesquisas sob uma perspectiva sociológica e antropológica;
- ii) estudos sobre ciências da cognição;
- iii) configurações de pesquisas com base em pressupostos advindos do construtivismo e construcionismo;
- iv) tecnologias educacionais emergentes e, mais recentemente, as tecnologias digitais.

No estudo desenvolvido por Fossa e Mendes (1998), sobre as tendências e perspectivas desenvolvidas na educação matemática, são indicadas considerações formuladas pelos autores, no que se refere ao desenvolvimento de perspectivas alternativas em termos de pesquisas realizadas ou em andamento, no âmbito da matemática e de seu ensino. Tal intenção visa essencialmente a constante atualização de informações sobre as características essenciais que constituem cada corrente de perspectiva de trabalho envolvendo a matemática, seu ensino e sua aprendizagem.

Em Fossa e Mendes (1998) encontramos a seguinte classificação: jogos, estudos cognitivos ou psicológicos, o uso de materiais de representação simbólica, a resolução de problemas, modelagem no ensino, o uso de tecnologias informatizadas, história da matemática e os estudos culturais.

Do ponto de vista temático e metodológico, um panorama das pesquisas em educação matemática é indicado em Fiorentini e Lorenzato (2006), ao fornecerem uma classificação possível, conforme o delineamento de campos de investigação toma corpo, nos

anos 80 e 90. Tais estudos apontam para o delineamento de pesquisas vinculadas a compreensão de processos de ensino e aprendizagem, as tecnologias da informação e comunicação e a formação do professor que ensina matemática.

Além dessas abordagens voltadas para o entendimento e compreensão de práticas docentes, estudos sobre as crenças e atitudes de professores ganham corpo, juntamente com pesquisas desenvolvidas e centradas no conhecimento e a compreensão do *ser* professor. Os estudos envolvendo a avaliação e educação matemática ganham força, juntamente com as investigações sobre práticas e contextos culturais diversos, visando uma compreensão de ideias e processos matemáticos relacionados com saberes formais e informais.

Investigações matemáticas foram muito fortemente desenvolvidas, por exemplo, em Portugal e Espanha, nos últimos 30 anos, de tal sorte que, hoje encontram-se consolidadas como uma corrente significativa dentro da perspectiva educacional da matemática. Embora muitas proposições de atividades possam demandar bastante preparação e domínio de conteúdo por parte do professor, bem como absorver uma quantidade considerável de horas de aula, é admissível o trabalho envolvendo o desenvolvimento de projetos, bem como sua perspectiva investigatória como uma grande contribuição para a aquisição de habilidades e competências aos nossos alunos.

Sabemos do trabalho de dimensão e importância significativa que tornou evidente os estudos e pesquisa de educadores matemáticos - com o passar dos anos – e relacionados a problemática envolvendo o ensino da matemática. Atrelado a isso, existe uma responsabilidade (mas não a única) das pessoas envolvidas nos processos de ensinar e aprender de nossos alunos ocasionados pela necessidade e importância que a disciplina tem em nossos currículos escolares.

Tais características indicadas em tantas abordagens, naturalmente, apresentam um elemento diversificador em termos de abordagens de pesquisas e de possibilidades alternativas de caminhos a seguir. Indicadores nesse sentido, fornecem uma base de referência múltipla ou uma espécie de multireferência de ações, pressupostos, técnicas e procedimentos metodológicos apresentados em diferentes trabalhos, os quais serão discutidos na próxima seção.

Perspectivas na pesquisa em educação matemática

Com o avanço da pesquisa brasileira em Educação Matemática as tendências ou abordagens assumidas, por estas pesquisas começaram a se delinear e serem registradas em trabalhos científicos.

Em Carvalho (1994) encontramos uma lista com 50 linhas de pesquisas registradas pelas instituições consultadas a época pelo autor. Vale a pena a leitura na íntegra do texto. Mais recentemente, vários trabalhos trataram das tendências na pesquisa em Educação Matemática, muitos deles, como não poderia deixar de ser, são constantes dos anais do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - SIPEM e do Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - SIPEMAT. Mais recentemente, também trataram do tema, entre outros, os seguintes: Cobellache (2017), Silva e Godoy (2016) e Souza (2016).

Os pesquisadores sobre o Ensino da Matemática têm utilizado muito de técnicas de análise compatíveis com a Engenharia Didática em suas investigações. Um levantamento de projetos de pesquisa, tendo por base o uso da metodologia Engenharia Didática, a partir dos anais do Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – EBRAPEM, entre os anos de 2014 a 2016, pode ser encontrado em Lopes, Palma e Sá (2018).

A pesquisa sobre Resolução de Problemas tem utilizado de diversas abordagens que vão desde da pesquisa em fontes históricas até a análise de erros passando pela metacognição. Sobre a metacognição vale a leitura de Darsie (2017). Mais especificamente sobre a Resolução de Problemas é difícil escolher uma obra de referência devido a pesquisa desta tendência da Educação Matemática hoje ser uma das que mais tem ramificações, entre elas: Ensino de matemática por Resolução de Problemas, Resolução de Problemas Aritméticos, Resolução de Problemas Algébricos e Resolução de Problemas não-rotineiros.

Diversas pesquisas têm utilizado a Análise de Erros em suas análises e inferências. Uma valorosa referência sobre o tema é Curry (2016), onde são encontrados relatos de pesquisa em Educação matemática que utilizaram a análise de erros.

A pesquisa em Letramento Matemático tem adotado diversos referencias teóricos incluindo a Teoria da Objetivação. Sobre o tema uma referência é Moura, Sforni e Araújo (2011).

Outra teoria que tem crescido bastante nas pesquisas da área de Educação Matemática é a Teoria da Atividade, em particular a Teoria da Formação Planejada das Ações e dos Conceitos de Galperin. Inclusive já contando com um trabalho de Estado da Arte de tal teoria nas pesquisas em Educação Matemática, tal como o publicado em Gonçalves e Núñez (2017).

Também temos um crescente aumento do número de pesquisas comparativas, tendo como exemplo o trabalho de Dias (2016). Outro exemplo é Dias e Gonçalves (2017). Uma referência mais geral sobre o tema pesquisa comparada em Educação é Bray, Adamson e Mason (2105).

Ao verificarmos a literatura estudada, sobre a temática em discussão nesse artigo, localizamos algumas perspectivas de abordagens e técnicas metodológicas, que sustentam a organização do método e a diversidade de instrumental relacionado com as pesquisas, tais como: os estudos de caso, grupos focais, análise de discurso, dentre outros. Em Bicudo (2003), encontramos uma análise de como estas abordagens, em uma perspectiva qualitativa, permitiram a organização de um campo abrangente e prevalente, nas pesquisas realizadas no Brasil.

Algumas abordagens ou técnicas atualmente empregadas em pesquisas educacionais tratam da utilização de experimentos de ensino, nos moldes de Steffe & Tomphson (2000), análises de fitas de vídeo, estudos voltados para a pesquisa-ação, observações etnográficas, tecnologias e modelagem computacional, pesquisa documental e história oral. Assim, fica claro que, sob o manto da pesquisa educacional temos uma diversidade enorme de abordagens da Pesquisa em Educação Matemática que enriquece e engrandece a produção da área.

Projetando metodologias e epistemologias de abordagens

Ao analisar as pesquisas recentes em educação matemática, as mesmas projetam discussões teórico-metodológicas para os próximos anos voltadas a transposição de outras áreas de conhecimento, tais como estudos interdisciplinares correlacionados com a matemática e a relação ainda bastante desafiadora, com a ciência da cognição. Estudos relacionados a aspectos do pensamento e da aprendizagem de discentes estão no centro de ações metodológicas relacionadas ao que é chamado de *research design in mathematics education*, ao propor o desenvolvimento de projetos educacionais multireferenciais, tendo por base situações didáticas propostas, visando compreender os efeitos de aprendizagem, a partir de um determinado tópico de estudo. Ver, por exemplo, discussões sobre essa perspectiva de abordagem nos anais do 9th International Education Mathematics and Society - MES9 (CHRONAKI, 2017).

Indo mais além, estudos cada vez mais presentes estão conectados com abordagens como o *learner's perspective study* (exame de interações e participação em sala de aula, a partir de determinadas situações problemas propostos). Os estudos comparativos contemporâneos em matemática e as pesquisas sobre acessibilidade e matemática, tal como discutidas no Topic Study Group 05 (TSG05), realizado no 13th International Congresso on Mathematical Education - ICME13 (KAISER, 2017), fornecem um indicador de aspectos e abordagens bastante inovadoras em educação matemática.

Além disso, uma extensão bastante acelerada e decorrente no desenvolvimento tecnológico digital, apresenta tecnologias e suas aplicações em cenários educacionais inovadores, na educação matemática, tais como os aparelhos móveis, robótica, *distance learning* (ensino à distância), *e-learning* (um modelo de ensino não presencial, apoiado em um rol de tecnologias diversas) e pesquisas envolvendo *blended learning*, cujo o foco está relacionado com um sistema de formação onde parte dos conteúdos é transmitido em cursos à distância (tal como um *MOOC*), normalmente pela Internet - em que são incluídas sessões presenciais - projetando assim um cenário desafiador e inimaginável, em termo de ações e práticas híbridas, entre o professor presencial e a máquina tecnológica de ensinamento virtual.

Muitos destes estudos apresentam desenhos metodológicos semelhantes ao que é denominado atualmente de *mixed methods* (métodos mistos), o qual encontra um eco de reverberação em procedimentos originados das pesquisas denominadas de qualitativa e quantitativa. Tais métodos hoje são utilizados, articulando-se técnicas e instrumentos originados de pressupostos *quanti* e *quali*, acrescentando-se novas perspectivas e instrumentos alternativos, tais como os grupos focais e a experimentação no ensino, via produção e operacionalização de atividades ou sequências didáticas.

Além disso, ganham corpo o estudo da educação matemática, no nível de educação infantil, através de investigações configuradas por meio de estudos de caso e o uso e manipulação de tecnologias digitais, visando uma compreensão possível de representações espaciais, em crianças.

Outras perspectivas de estudos são as aplicações matemáticas em ramos cada vez mais específicos e conectados com a matemática. Um exemplo bastante prático está indicado

no trabalho apresentado por Diana Coben e Keith Weeks, no TSG03 – ICME13, o qual versa sobre situações problemas no campo da enfermagem, envolvendo cálculo de dosagens de medicamentos.

Este panorama rápido e sintético, tendo por base estas perspectivas de pesquisas, mostra um rol bastante diversificado envolvendo abordagens diversas, em termos de possibilidades, a serem realizadas, nas próximas décadas:

- i) as relações entre a aprendizagem e a cognição em educação matemática;
- ii) estudos e investigações envolvendo linguagem e comunicação em educação matemática;
- iii) perspectivas multiculturais e multilinguísticas;
- iv) estudos sobre equidade e a dimensão política e social da educação matemática;
- v) pesquisas sobre o desenvolvimento do currículo de matemática e suas implicações, a partir de análises críticas sobre o mesmo;
- vi) educação matemática e neurociência;
- vii) estudos envolvendo avaliações de larga escala tais como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes) e o TIMSS (Tendências Internacionais no Estudo de Matemática e Ciências).

Esta amplitude de possibilidades projeta não menos ações diversas, a partir das investigações realizadas e socializadas nos eventos. Elas apontam perspectivas e convergências, importantes a serem alcançadas visando o sucesso escolar. De uma forma geral, estas epistemologias sugerem o desenvolvimento de um trabalho sistemático envolvendo processos de análises e formulação de modelos, em situações diversificadas, o que entendemos deva ser uma tendência permanente, em educação matemática, nas próximas décadas.

Em complementação, a ênfase em estudos que permitam uma compreensão dos sistemas numéricos, suas propriedades e estruturas internas que organizam as suas relações, projetam uma leitura alternativa para uma compreensão crítica e uma leitura satisfatória das representações matemáticas existentes em nossa sociedade. Doravante, a ênfase na geometria é fundamental, por meio de mecanismos provenientes de, por exemplo, dispositivos digitais que possam favorecer e facilitar um processo de compreensão e abstração de estruturas e objetos geométricos.

Com base nessas considerações, novas possibilidades são pensadas e idealizadas, tendo como uma importante consequência, a necessidade em estabelecer propostas de articulação e integração entre a matemática e áreas de conhecimentos, até então consideradas incomunicáveis, tais como os sistemas de comunicação e a linguística. Essa integração será necessária, tendo em vista o alto nível e a grande quantidade de informação trafegável na sociedade atualmente e capacidade de termos que ter na organização, interpretação e filtro de informações (não apenas matemáticas).

Nesse sentido, a ênfase na argumentação e inferência deve ser uma das prioridades no ensino de matemática, objetivando contribuir para mudanças significativas na educação, em diferentes países.

Esta diversificação de abordagens e métodos de pesquisa não é finita. Projeta elementos fundamentais, os quais os pesquisadores podem valer-se de aperfeiçoar seus

próprios instrumentos, a partir de replicações envolvendo um dado fenômeno de interesse e procurar compreendê-lo em um determinado contexto, não necessariamente educacional.

Testar hipóteses e a convivência em grupos de pesquisas, podem fornecer um amplo espectro de abordagens e encaminhamentos metodológicos a serem desenvolvidos, fornecendo assim resultados que possam gerar uma ampla gama de interpretações instigantes em termos de reflexões matemáticas e de aprendizagens.

Diretrizes desafiadoras, especialmente para quem está iniciando o percurso acadêmico na pesquisa educacional. Schoenfeld (2008) fornece indicadores e recomendações bastante pertinentes em se tratando de percursos a serem realizados, no campo da pesquisa:

Os estudantes devem ter a oportunidade de se envolver em pesquisa o mais cedo possível em suas carreiras, e eles devem estar continuamente envolvidos em vários aspectos da pesquisa - Definição de métodos, seleção de métodos, coleta de dados e análise de dados. Eles devem ser incentivados, desde cedo, a formular problemas e tentar resolvê-los (mesmo que as primeiras tentativas são tão desajeitadas quanto os primeiros passos de um bebê) (SCHOENFELD, 2008, p. 506, tradução nossa).

Como podemos perceber o autor assevera que, a capacidade de abstração, amplitude de compreensão do campo de investigação assumido e o olhar clínico, visando estabelecer um foco de estudos possíveis, não é admitido e certo de ocorrer, de uma hora para outra. Nesse ponto, mostra a importância do erro e da in experiência de pesquisa, como elementos fundamentais no processo de constituição de um pesquisador.

Schoenfeld (2008) conclui suas considerações, a partir das seguintes assertivas:

A pesquisa não é um esporte de espectador e as pessoas não desenvolvem uma sensação de fazer uma pesquisa, até que elas comecem a fazer isso. Este é o caso. Mesmo quando se está aprendendo a dominar técnicas estruturadas e padronizadas, e quando a pesquisa exige perspectiva analítica de problemas a serem enfrentados quando do desenvolvimento de métodos, que agora são parte integrante de um trabalho em andamento. Um colega resumiu a questão sucintamente da seguinte forma: “A melhor maneira de ter sucesso é falhar cedo e frequentemente - com o apoio e orientação apropriados, é claro. [...] Erros fundamentais podem ocorrer nos modos como se concebe um problema, seleciona dados, ou analisa-os (para citar apenas alguns). Todo mundo vai cometer erros. Com o bom feedback e reflexividade, aprenderemos com esses erros. Faz sentido, creio eu, iniciar este processo o mais cedo possível. Com isso, espera-se que discussões teóricas e metodológicas relevantes e importantes do ponto de vista científico e social, forneçam uma amplitude maior de abordagens de perspectivas analíticas de pesquisas. Entendemos que esse é um processo natural da construção do conhecimento, fornecendo assim perspectivas e epistemologias alternativas, características da dinâmica de processos investigativos. (SCHOENFELD, 2008, p. 506, tradução nossa).

Naturalmente o caminho não é fácil. O erro e a in experiência caminham juntos. No entanto, se tornam importantes para o processo de amadurecimento e consistência de atributos essenciais aos pesquisadores em educação matemática.

Desafios à pesquisa em educação matemática

Em Mafra e Sá (2020), são apresentados desafios à pesquisa em Educação matemática que estão expressos no Quadro 1.

Quadro 1 – Desafios à Pesquisa em Educação Matemática propostos por Mafra e Sá (2020)

Item	Desafio	Justificativa
1	Produzir resultados generalizáveis	A pesquisa em Educação Matemática por ter sido predominantemente qualitativa traz consigo o custo de que muitos resultados obtidos não possam ser generalizados. Isto faz com que excelentes produtos não sejam incorporados ao fazer pedagógico do professor de matemática.
2	Produzir resultados que estreitem os laços com a Educação Básica	Este desafio está ligado a necessidade de ouvirmos mais os nossos colegas docentes da Educação Básica sobre os problemas e dificuldades vividos pelos mesmos e realizar pesquisa a partir dessa escuta. Certamente surgirão problemas de pesquisa de extrema relevância que nunca foram imaginados nos meios acadêmicos.
3	Desenvolver repositórios das tendências de pesquisa	Assim como a modelagem matemática e a história da matemática já fizeram é importante que as outras tendências consolidadas da Educação Matemática construam seus repositórios. Isto ampliará as possibilidades de realização de pesquisa em cada tendência devido a disponibilidade de materiais para pesquisa.
4	Aumentar a quantidade das pesquisas em rede	O aumento da quantidade de redes de pesquisa em Educação Matemática é uma necessidade de todas as regiões do nosso país principalmente da região Amazônica. A ampliação de redes de pesquisa vai aumentar a capacidade de captação de recursos, publicação conjunta, análises de situações regionais e fortalecer a área.

5	Produzir resultados na direção da criação de protocolos profissionais	Um dos fatores que prejudicam muito a atividade dos docentes é a falta de protocolos estabelecidos a partir da pesquisa como acontece em outras profissões. Isto fragiliza a área devido deixar espaço para práticas já comprovadas como ineficazes e prejudiciais aos estudantes. Por este motivo precisamos desenvolver estudos que fortaleçam a organização profissional para o fortalecimento da mesma.
6	Associar amiúde a pesquisa com a extensão	A divulgação dos resultados de pesquisa por meio de trabalhos em periódicos, anais de eventos é de grande importância e merece todo o esforço da comunidade de pesquisadores da área. Entretanto, é necessário que as conclusões, sugestões, materiais e abordagens frutos das pesquisas sejam socializados com a comunidade interessada com maior frequência e no formato de divulgação. Assim, os interessados que estão distantes do ambiente de pesquisa terão oportunidade de conhecer, de forma menos acadêmica, orientações, materiais e resultados que poderão ser incorporados ao cotidiano das suas atividades como docentes e atrair também novos interessados na pesquisa.
7	Não esquecer das origens	Em alguns momentos temos a impressão que a pesquisa em educação matemática está indo em direção somente de aprofundar seu repertório. Isto é perigoso pois devemos sempre lembrar da origem da Educação Matemática com seu forte compromisso social.
8	Evitar atritos entre abordagens de pesquisa	Devido a Educação Matemática ser multidisciplinar, ela abriga, como devia ser, práticas e concepções de escolas das mais variadas formas, entre elas a didática francesa, a influência americana, entre outras. Temos percebido em alguns momentos ações e discursos que provocam ressentimentos entre pesquisadores que adotam posturas de origens diferentes. Esta ocorrência não ajuda o avanço da área e nem fortalece o entendimento das

		vantagens e limitações de cada corrente de pesquisa. Tudo que não precisamos é de divisão. Precisamos sim estarmos abertos ao entendimento das críticas e sugestões oriundas de pesquisadores que tem ponderações a apresentar. Essas ponderações devem ser apresentadas e debatidas nos encontros de pesquisa com intuito em aprofundar o entendimento dos interessados sobre os conceitos fundantes de cada corrente de pensamento na busca de aprimorar a nossa prática de pesquisa.
9	Produzir materiais adequados para quem não gosta de matemática	A nossa experiência em Educação Matemática tem mostrado que temos uma dívida histórica com as pessoas que dizem não gostar de matemática ou apresentam dificuldades com as ideias, métodos e processos da mesma. [...] Essa dívida quando for paga trará para a Educação Matemática como um todo, resultados muito gratificantes, uma vez que se conseguirmos diminuir o sentimento de insegurança com a matemática de nossa população teremos dado uma grande contribuição para o alcance de sua autonomia técnico-política.
10	Praticar mais a pesquisa de desenvolvimento	A pesquisa de desenvolvimento traz a oportunidade de uma resposta às críticas de que a pesquisa educacional não tem contribuído muito para enfrentar efetivamente os problemas educacionais, em particular do processo de ensino, aprendizagem e avaliação de conteúdos de matemática da escola básica.

Fonte: Mafra e Sá (2020)

As consequências da pandemia de covid-19 que a humanidade está enfrentando e outras reflexões que realizamos sobre os desafios à Pesquisa em Educação Matemática nos indicam que há necessidade de ampliação dos desafios apresentados por Mafra e Sá (2020).

Esta ampliação nós apresentamos neste momento como uma atualização do trabalho de Mafra e Sá (2020).

Os desafios que ora apresentamos são os seguintes:

- 1) Realizar estudos sobre o processo de avaliação da aprendizagem em matemática na modalidade remota de ensino**

A importância para os estudos sobre avaliação da aprendizagem em matemática na modalidade remota de ensino está diretamente ligada com a necessidade de se buscar, por meio de pesquisa científica, respostas para as limitações da modalidade remota de ensino e de estratégias que não acabem reforçando as práticas avaliativas, muitas vezes inadequadas, que já são realizadas na modalidade presencial. Essas pesquisas trarão luz sobre o assunto e contribuirão de maneira exemplar para o justo debate sobre a qualidade da educação quando praticada integralmente na modalidade remota.

2) Realizar estudos sobre como utilizar as tendências em Educação Matemática na modalidade remota de ensino

Uma das contribuições da pesquisa em Educação Matemática que mais tem sido utilizada nas salas de aulas, com todas as restrições que ainda possam existir, foi a sistematização das Tendências em Educação Matemática. Essas Tendências tem como característica comum o protagonismo dos estudantes no processo de ensino, aprendizagem e avaliação. Na modalidade remota de quais seriam os limitantes para a utilização de cada uma dessas Tendências? As respostas a esta questão fortalecerão as Tendências e a Educação Matemática como um todo. Este desafio pode ser pormenorizado para cada uma das Tendências atuais da Educação Matemática.

3) Desenvolver estudos sobre atender as necessidades dos estudantes surdos

Os estudos desenvolvidos pela Educação Matemática na direção da inclusão de estudantes surdos têm avançado bastante e de maneira promissora. Entretanto, um questionamento natural é o seguinte: Como desenvolver aulas de matemática na modalidade remota quando se tem um estudante surdo na classe? As respostas a esta pergunta trarão luzes ao problema da inclusão de estudantes surdos e inovações pedagógicas e tecnológicas que mostrarão os limites e as possibilidades da inclusão de estudantes surdos, quando se realiza o ensino de matemática na modalidade remota.

4) Desenvolver estudos sobre atender as necessidades dos estudantes cegos

Tal como no caso dos estudantes surdos, os estudos já desenvolvidos sobre o processo de inclusão de estudantes cegos em turmas regulares de ensino têm avançado muito. Novamente temos uma ponderação sobre o tema: Como desenvolver o processo de ensino, aprendizagem e avaliação de matemática em turmas com aulas remotas que possuem um estudante cego? Acreditamos que as respostas oriundas das pesquisas em Educação Matemática na direção do questionamento ampliarão significativamente as possibilidades de defesa da inclusão de estudantes cegos em turmas regulares e mostrarão também os limites quando for o caso do ensino na modalidade remota.

5) Desenvolver estudos sobre atender as necessidades dos estudantes autistas

Os estudos sobre a inclusão de estudantes com espectro autista têm mostrado a viabilidade da ação e que a interação entre os estudantes pode ser facilitada em função de procedimentos adotados pela instituição. A pesquisa em Educação Matemática tem contribuído bastante com estes resultados. O questionamento

que emerge é o seguinte: Como desenvolver o processo de ensino, aprendizagem e avaliação de matemática em turmas com aulas remotas que possuem um estudante autista? As respostas a este questionamento trarão mais luzes às ações de inclusão e serão de grande importância para orientar políticas de inclusão.

6) Desenvolver estudos sobre o ensino de matemática na Educação Infantil

Os estudos sobre o ensino de matemática na Educação Infantil têm aumentado de volume significativamente. Entretanto, não alcançou o estágio de produção de um conjunto de orientações pedagógicas acessíveis aos docentes que trabalham na Educação Infantil sobre como proceder o ensino de matemática nesta etapa da educação básica. Estes estudos permitirão à academia ter informações mais precisas das condições de trabalhos em que o ensino da matemática ocorre na Educação Infantil, bem como das inquietações dos docentes que nela atuam. Uma consequência importante destes estudos será a produção de materiais mais adequados para o ensino de matemática na modalidade presencial e remota.

7) Desenvolver estudos sobre o ensino de matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

Estudos sobre o ensino de matemática nos anos Iniciais do Ensino Fundamental são de grande importância em qualquer circunstância por diversos motivos: a) podem produzir resultados que iluminem ainda mais o processo de ensino, aprendizagem e avaliação nesta nível escolar; b) ainda há necessidade de superação de obstáculos ao ensino de matemática neste nível de ensino; c) se o ensino de matemática nos anos iniciais for mais exitoso, certamente muitas dificuldades dos estudantes nos anos seguintes serão suprimidas. Em relação ao ensino remoto as justificativas são as seguintes, entre outras: a) é preciso adaptar materiais para o ensino de matemática com protagonismo dos estudantes na modalidade remota; b) é preciso investigar como ocorreu o ensino de matemática nesta modalidade, visando responder a perguntas como: 1) que inovação foi incorporada ao processo de ensino aprendizagem e avaliação de matemática na modalidade remota? 2) Qual foi o sentimento de segurança dos docentes neste processo? 3) Qual foi o sentimento dos estudantes neste processo? 4) Qual foi o sentimento dos responsáveis sobre o processo? 5) Que tecnologias poderiam ter sido incluídas no processo para aumentar o sucesso do mesmo? A produção de respostas com base em pesquisa científica será de grande valia para a Educação Matemática de um modo geral.

8) Desenvolver estudos sobre o ensino de matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental

O ensino de matemática nos anos finais do nível fundamental ainda carrega muitos problemas relacionados ao processo de ensino, aprendizagem e avaliação. Muitos conteúdos são tidos como fonte de obstáculos para a maioria dos estudantes, entre eles são mais citados os conteúdos de frações, questões envolvendo as quatro operações, medidas, porcentagem, problemas do primeiro grau e polinômios, sem esquecer de assuntos ligados a geometria e tratamento da informação. É necessário que estudos científicos apontem caminhos e estratégias

que permitam que a aprendizagem desses conteúdos classicamente tidos como difíceis para a maioria se torne mais fácil para a maioria aprender. Na situação do ensino remoto ainda não há informações sobre o ensino de tais conteúdos matemáticos, o que torna importante a realização de pesquisas que tratem da situação na modalidade remota também.

9) Desenvolver estudos sobre o ensino de matemática na Educação de Jovens e Adultos

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) tem necessidades de estudos urgentes sobre como desenvolver o ensino de matemática devido ter tido um crescimento significativo do número de estudantes procurando a EJA. Este aumento da procura justifica as pesquisas por si só, mas também há necessidade devido os objetivos da EJA diferirem do Ensino “Regular” e da realidade da clientela também. As pesquisas sobre o ensino de matemática na EJA, além das que já existem, trarão resultados que nos darão orientações sobre as natureza e características dos recursos de ensino a serem usados e também de métodos e técnicas mais adequados ao trabalho pedagógico com pessoas que estão retornando aos estudos escolares.

10) Desenvolver estudos sobre a formação de professores de Matemática

Mais do que nunca é necessário pesquisa sobre como a formação do professor de matemática pode contribuir para o desenvolvimento de um estudante capaz de utilizar, com autonomia, seus conhecimentos para fazer previsões, tomar decisões, analisar propostas e resolver problemas oriundos das relações sociais e da tecnologia. Por este motivo são necessários estudos que iluminem o caminho de como formar um professor de matemática por meio do curso de licenciatura que consiga por meio de seu trabalho pedagógico desenvolver nos estudantes o prazer pela resolução de problemas e auxilie no desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

11) Pesquisar o currículo de Matemática frente às necessidades sociais atuais

O atual currículo de Matemática da Educação Básica, salvo raras exceções, ainda é muito parecido em termos dos conteúdos procedimentais com o currículo proposto no século XIX. Isto traz a possibilidade da manutenção de conhecimentos já não necessários a sociedade atual e a falta de outros de grande importância como é o caso dos algoritmos operatórios que ainda imperam em quase toda educação básica e parte da educação superior, apesar da existência de aplicativos gratuitos que realizam essas procedimentos já estarem disponíveis. Estes aspectos deixam a impressão que o mais importante para se aprender matemática é saber realizar manualmente operações, sejam números ou mesmo com outros objetos matemáticos. Outro aspecto que merece atenção é a possibilidade de uso do currículo de matemática como meio de seleção social.

12) Pesquisar a interdisciplinaridade no processo de ensino, aprendizagem e avaliação

A interdisciplinaridade apesar de não ser encontrada na maioria dos documentos oficiais como uma recomendação pedagógica é inegavelmente muito importante

para trazer o processo de ensino, aprendizagem e avaliação mais próximo da realidade dos estudantes. Entretanto, ainda temos carência de estudos que indiquem nos seus resultados e conclusões que princípios e técnicas que melhor servem para a adoção da interdisciplinaridade dentro da Educação Básica tendo os conteúdos distribuídos em disciplinas. Outro aspecto importante sobre o tema é determinar os limitantes e potenciais da interdisciplinaridade na Educação Básica.

Os desafios que são ora aqui apresentados trarão resultados significativos para a Educação matemática como área de conhecimento e também para a prática pedagógica com a matemática, sendo possível a contribuição de trabalhos que se utilizem das diversas abordagens de pesquisa que estão disponíveis aos pesquisadores em Educação Matemática, o que reforça a ideia de que todas as abordagens de pesquisa podem contribuir para o fortalecimento da Educação Matemática.

Considerações finais

Muitos esforços estão sendo direcionados para que se consiga a redução de muitas dificuldades encontradas no ensino da matemática. Sabemos, no entanto, que precisamos superar imensas barreiras de todo tipo de ordem, envolvendo questões que escapam ao domínio da própria área de conhecimento. Embora as perspectivas de abordagens indicadas anteriormente nos permitam discutir e revisitar o ambiente escolar, sob múltiplas possibilidades de olhares, é extremamente difícil traçarmos um panorama conclusivo sob o futuro da educação matemática no Brasil e no Mundo.

As concepções e perspectivas apresentadas anteriormente não se encontram isoladas. Essas diretrizes indicam, de acordo com os estudos e pesquisas consultadas, que algumas se inter-relacionam e podem (na verdade, devem) ser desenvolvidas de uma forma efetivamente *bricolada* em diferentes ambientes de aprendizagens e em grupos colaborativos de pesquisa voltados para o ensino a aprendizagem de matemática.

Entendemos que muitos problemas, que encontramos no ensino e aprendizagem da matemática por parte de alunos e professores não estão diretamente relacionados com a matemática em si, mas sim, decorre de vários aspectos adjacentes e periféricos, existentes na conjuntura envolvida em um espaço matemático de aprendizado conceitual. Esses problemas, acreditamos, serão gradativamente reduzidos, a medida em que estivermos dispostos a entender e a compreender, a cada momento, de que:

- É necessário discutir e refletir sobre nossas experiências locais com o aprendizado da matemática, envolvendo diferentes perspectivas de trabalho;
- Agregar essas experiências ao aperfeiçoamento contínuo de práticas docentes, visando a incorporação de nossos procedimentos metodológicos;
- Observar que os problemas com o ensino da matemática não podem requerer uma discussão isolada, pois observa-se um nível de tensão e correlação muito forte entre essa área de conhecimento e outras.

Além disso, espera-se que a amplitude de pesquisas e abordagens aqui apresentadas, possa fornecer discussões e análises visando facilitar aos alunos, por meio de práticas de

ensino satisfatórias, a necessidade de uma compreensão maior dos aspectos intrínsecos aos processos educacionais.

Assim, algumas questões, do ponto de vista epistemológico, nos incitam a pensar sobre a ordenação de uma compreensão profunda e focalizada da área em tela. Crescimento caótico? Maior aprofundamento e cuidado com a relação ente teoria e método?

Considerações nesse sentido fornecem uma dimensão do quanto os movimentos diversos, em termos de pesquisa em educação matemática - os quais estão refletidos em diferentes abordagens e epistemologias - projetam experiências susceptíveis de se tornarem uma fonte de informação, esclarecimentos e inspiração para as pessoas envolvidas e compromissadas com o futuro da educação matemática no Brasil e no Mundo.

Referências

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. A pesquisa em educação matemática: a prevalência da abordagem qualitativa. R. B. E. C. T., vol 5, n.2, p.16-26, mai-ago. Caxambu, 2003.

BRAY Mark; ADAMSON Bob; MASON Mark (Orgs.). Pesquisa em Educação Comparada: abordagens e métodos. Brasília: Líber Livro, 2015.

CARVALHO, João Pitombeira de. Avaliação e Perspectivas da área de Ensino de Matemática no Brasil. Em Aberto. Ano 14, n. 62, p.74-88, abr./jun, 1994.

COBELLACHE, Rodrigo Cesar. Tecnologias na educação matemática: tendências da pesquisa acadêmica na região sul do brasil. Dissertação (Educação em Ciências e em Matemática), UFPR, Curitiba, 2017.

CHRONAKI Anna. (Ed.) Proceedings of the ninth international mathematics education and society conference. MES9. Volos, Greece: University of Thessaly Press, 2017.

CURRY, Helena Noronha. Erros na aprendizagem de matemática: relatos de pesquisas e reflexões. 1. ed. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, v. 1, 2016, 194p.

DARSIE, Marta Maria Pontin. A metacognição como estratégia de superação de crenças e sentimentos negativos em relação à matemática: a aprendizagem matemática no curso de pedagogia. LATIN AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION, v.4, p.1-13, 2017.

DIAS, Ana Lúcia Braz; GONÇALVES, Harryson Júnio Lessa. Contribuições da Educação Comparada para Investigações em Currículos de Matemática. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.19, n.3, p.230-254, 2017.

DIAS, Marcelo. Tendências em Educação Matemática: percursos curriculares brasileiros e paraguaios. Curitiba: Appris, 2016, 245p.

FOSSA, John Andrew; MENDES, Iran Abreu. Tendências atuais na educação matemática: experiências e perspectivas. In: Encontro de pesquisa educacional do nordeste, 13. 1998. Natal. Anais do XIII Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste. Natal: EDUFRN, 1998 (Coleção EPEN, n. 19).

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sérgio. Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos. Campinas/SP: Autores Associados, 2006 (Coleção formação de professores)

GONÇALVES, Paulo Gonçalo Farias; NUNEZ, Isauro Beltran. A Teoria de P. Ya. Galperin nas pesquisas em educação matemática. Educação Matemática Debate, Montes Claros, v. 1, n. 3, p. 277-295, set./dez. 2017.

KAISER, Gabriele. (Ed.) Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education, ICME-13. Switzerland: Springer, 2017.

LOPES, Thiago Beirigo; PALMA, Rute Cristina Domingos da e SÁ, Pedro Franco de. Engenharia didática como metodologia de pesquisa nos projetos publicados no EBRAPEM (2014-2016). Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.20, n.1, pp. 159-181, 2018.

MAFRA, José Ricardo e Souza; SÁ, Pedro Franco de. Abordagens na pesquisa em educação Matemática: algumas reflexões e perspectivas epistemológicas. Revista Tempos e Espaços em Educação, 13(32), 1-21. 2020 <https://doi.org/10.20952/revtee.v13i32.13465> Acesso em: 12/09/2020.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de; SFORNI, Marta Sueli de Faria; ARAÚJO, Elaine Sampaio. Objetivação e apropriação de conhecimentos na atividade orientadora de ensino. Rev. Teoria e Prática da Educação, v. 14, n. 1, p. 39-50, jan./abr. 2011.

SCHOENFELD Alan. Research methods in (mathematics) education. In: ENGLISH LYN. (Ed.). Handbook of International Research in Mathematics Education. 2. Ed. Nova York: Ed. Routledge Taylor & Francis Group, 2008.

SILVA, Cecy Leite Alves da; GODOY, Elenilton Vieira. Tendências De Pesquisa Em Educação Matemática que Privilegiam As Dimensões Social, Cultural E Política Da Matemática Escolar. REnCiMa, Edição Especial: Educação Matemática, v.7, n.4, p. 128-148, 2016.

SOUZA, Carla Alves de. Circulação e apropriação de ideias em Educação Matemática: aproximações. Tese (Doutorado em Educação). USP, 2016, 421p.

STEFFE Leslie; THOMPSON Patrick, Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In: KELLEY, Anthony; LESH, Richard (Eds.) Handbook of research design in mathematics and science education, Mahwah, NJ: Erlbaum, 2000.

Pedro Franco de Sá

Universidade do Estado do Pará (UEPA)

E-mail: pedro.franco.sa@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8986-2787>

José Ricardo e Souza Mafra

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

E-mail: jose.mafra@ufopa.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3629-8959>