

A EXPLORAÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

PROBLEM EXPLORATION IN MATHEMATICS TEACHING AND LEARNING: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Saul Barbosa de Oliveira¹

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma Revisão Sistemática de Literatura acerca das produções sobre a Exploração-Resolução-Proposição de Problemas (ERP) no ensino-aprendizagem de matemática, expondo não apenas uma organização de dados, mas também uma noção sobre o que vem sendo produzido por pesquisas acadêmicas buscando mostrar sobre o tema, possíveis lacunas e pontos de convergência, além de nortear sobre o campo da ERP. A pesquisa foi norteada pela seguinte indagação: Quais são as potencialidades e limitações que a Exploração-Resolução-Proposição de Problemas vem trazendo para o processo de ensino-aprendizagem de matemática? A Revisão Sistemática de Literatura foi baseada no protocolo PRISMA. Foram encontradas potencialidades no uso da ERP que atingem o ensino-aprendizado de matemática, tais como o desenvolvimento de características como autonomia, confiança, criatividade, consciência na tomada de decisões, desenvolvimento de estratégias, autoestima, curiosidade e interesse pelo assunto e por temas sociais, políticos, econômicos e culturais. No que tange as limitações, foi evidenciado que o uso do tempo, a multicontextualidade da sala de aula foram variáveis que desafiavam os pesquisadores, todavia esses mesmos aspectos, com o desenvolvimento das pesquisas, mostraram-se favoráveis para um ensino-aprendizagem construtivo, crítico e eficaz.

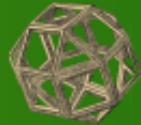
Palavras-Chave: Ensino de Matemática; Exploração de Problemas; Proposição de Problemas; Resolução de Problemas; Protocolo PRISMA.

Abstract

This article aims to present a systematic literature review about productions on exploration-solving-posing of problems for mathematics teaching-learning, not only an organization of data, but also a notion of what has been being Produced by academic research seeking to show on the subject, possible gaps and convergence points, as well as guiding the ERP field. The research was guided by the following question: What are the potentialities and limitations that the exploration-resolution-has been proving to problems bringing to the teaching-learning process of mathematics? The systematic literature review was based on the Prisma Protocol. Potentialities were found in the use of ERP that affect the teaching-learning of mathematics, such as the development of characteristics such as autonomy, trust, creativity, consciousness in decision making, strategy development, high-esteem, curiosity and interest in the subject and for social, political, economic and cultural themes. Regarding the limitations, it was evidenced that the use of time, the multicontextuality of the classroom were variables that challenged the researchers, but these same aspects, with the development of research, were favorable for a teaching and constructive learning, critical it is efficient.

Keywords: Mathematics Teaching; Problem Exploration; Problem Posing; Problem Solving; PRISMA protocol.

¹ Doutorando em Ensino de Ciências e Educação Matemática: Universidade Estadual da Paraíba, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, <https://orcid.org/0000-0002-9053-9960>, saul.barbosa.oliveira@aluno.uepb.edu.br.

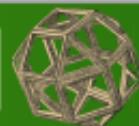


Introdução

A Educação Matemática (EM), de acordo com Kilpatrick (1996, 2017) é um campo profissional e acadêmico, pluri e interdisciplinar, fazendo fronteira com diversos outros campos do conhecimento como a psicologia, computação, pedagogia, estatística, história, filosofia, e tantos outros mais. De acordo com Mendes (2009), esse campo tem como principal interesse buscar compreender os fenômenos que se relacionam com a Matemática e seu processo de ensino-aprendizagem-avaliação. Diretamente proporcional a quantidade de fenômenos que se relacionam com a Matemática são as diversas áreas que emergem dele, tais como a Filosofia da Educação Matemática, Etnomatemática, Modelagem Matemática, Ensino de Matemática baseados nas Tecnologias e tanto outros que vêm surgindo a cada década. Neste trabalho destacamos, e temos como objeto de estudo, a Resolução de Problemas (RP).

Ainda que as pesquisas sobre Resolução de Problemas sejam relativamente recentes, a quantidade de trabalhos nessa área é diretamente proporcional a quantidade de vertentes de como se concebe o ensino-aprendizagem de matemática através dessa metodologia, haja vista que existem diferentes teorias da aprendizagem, métodos e metodologias, sociedades, culturas e políticas diferentes, além das premissas de cada pesquisador que tente ao máximo seguir o rigor e neutralidade científica, mas que ainda carrega sua cosmovisão que não deixa de influenciar, ainda que infimamente, tanto a construção das teorias quanto a análise dos dados de cada pesquisa.

Dentre os diversos modos de se conceber o trabalho em resolução de problemas podemos destacar, a caráter de exemplo, os trabalhos de Borges Neto (2019) observamos uma forma de se trabalhar a Resolução de Problemas fundamentados nos trabalhos de Piaget e de teóricos da Didática da Matemática, fazendo uso de uma sequência de atos (chamado Sequência FEDATHI). Outra vertente, ainda mais popular nos trabalhos em nível internacional são as pesquisas da Prof.^a Dr.^a Lourdes de la Rosa Onuchic, dentre os quais, Onuchic e Allevato (2014) fundamentando seu trabalho em autores como George Polya, Van de Walle, entre outros, aqui as autoras discorrem sobre o uso de onze passos para trabalhar com a Resolução de Problemas, iniciando pela proposição de um problema por parte do aluno ou do professor. Entretanto, essas duas vertentes são brasileiras, existem ainda uma diversidade de perspectivas no âmbito a Resolução de Problemas nacional e internacional.

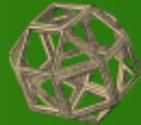


No que tange as vertentes de RP, nem todas fazem uso de passos para a construção do conceito matemático através da RP, dentre os quais a presente pesquisa trata de uma vertente da Resolução de Problemas, teórica-metodológica, desenvolvida pelo Prof. Dr. Silvanio de Andrade, em seus trabalhos, Andrade (1998, 2017) denominada Exploração-Resolução-Proposição de Problemas (ERP), ou ainda, Exploração de Problemas.

Para Andrade (1998, 2017) a concepção de problema, na proposta de Exploração de Problemas é entendido como um projeto, uma questão/tarefa/situação em que: o aluno não tem ou não conhece nenhum processo que lhe permita encontrar de imediato a solução (se não seria um exercício); o discente precisa desejar resolver, explorar ou realizar algum trabalho efetivo (pode ser motivado pelo docente caso não haja interesse inicial dele próprio); além disso o aluno é levado a realizar algum trabalho efetivo, ainda não chegue a solução do problema em questão (pois o processo é tão ou mais importante que o chegar a solução).

A proposta de Resolução de Problemas, em Andrade (1998), foi criada para ser compreendida como uma perspectiva metodológica de ensino-exploratório e investigativo, na qual a mesma entrelaça o ato de resolver, de propor e de explorar problemas, concedendo ao aluno e ao professor (que não se apega mais apenas ao livro didático, mas a multicontextualidade da sala de aula) a oportunidade de ir além do resolver o problema mas também explorar, propor novos problemas e elaborar reformulações (é de fundamental importância que não sejam poucas, para que ele possa aproveitar ao máximo o que o problema proporciona) e investigar o problema inicial, desenvolvendo estratégias de resoluções com o intuito de encontrar a tão esperada solução além de incluir aspectos socio-político-culturais.

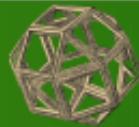
No que concerne fundamentação teórica da Exploração de Problemas, Andrade (1998, 2017) embasa a ERP na perspectiva da Educação Crítica de Paulo Freire e da teoria sócio-histórica de Vygotsky, considerando que embora ambos tenham vivido em contextos tempos, culturas, meio político e econômico totalmente distintos, aperceberam-se que, nos estudos sobre ensino, a palavra “história” merece destaque. Andrade (1998, 2017) ainda destaca em suas pesquisas que a Matemática é um construto social, portanto, falível, aquém de um conhecimento absoluto, e ainda é possível de reformulações e reconsiderações. Assim, Andrade (1998, 2017) adota a visão falibilista de Imre Lakatos.



No início de um trabalho de Exploração de Problemas o problema proposto pode ser dado tanto pelo professor quanto ou pelo próprio aluno, através desse problema, os alunos irão desenvolver um trabalho efetivo para encontrar a solução. Na busca pela solução, professor e alunos irão dialogar sobre esse trabalho que se desenvolve num processo de reflexões e síntese. É indispensável que os alunos encontrem à solução? Não necessariamente, podem chegar ou não a solução do problema em questão, mas não só a isso (pois essa não é o principal objetivo, mas o processo de resolução), como também a novos conceitos, novos problemas, gerando, assim, a realização de novos trabalhos, por conseguinte, a novas reflexões e sínteses é isso que faz o processo tão ou mais importante que o fim. Por isso, esse trabalho é tido como inacabado, pois vai além do problema e refere-se ao movimento P-T-RS (Problema – Trabalho – Reflexões e Sínteses). Posteriormente, em Andrade (2017) o autor em questão aderiu à palavra “resultado”, tornando a nomenclatura Problema-Trabalho-Reflexões em Síntese-Resultado, a partir da experiência de Resolução de Problemas.

Na Exploração de Problemas ocorre um movimento baseado em um processo de Codificação e Descodificação, “ferramentas essenciais no desenvolvimento do processo como um todo” (Andrade, 2017, p. 369). Para o autor Codificar um problema é “representá-lo em uma outra forma, outro código, outra linguagem, numa forma mais curta, mais simplificada e mais conveniente” (Andrade, 2017, p. 369). Essa ação se refere a todo trabalho de síntese em torno de um problema. Ainda para o autor a Descodificação é a busca do significado do problema, decifrando sua mensagem, fazendo uma análise crítica dele, ou da sua resolução ou de cada trabalho que o envolva, isto é a exploração. A Codificação e a Descodificação ocorrem praticamente de maneira simultânea, por exemplo, no momento que um discente busca compreender o problema e procura representá-lo em um código possível de operacionalização por ele. Segundo Andrade (1998, p. 26), “elas são adquiridas no trabalho da unidade Problema-Trabalho-Reflexões e Síntese-Resultado e quanto melhor for desenvolvida essa unidade, melhor será o seu trabalho de codificação e descodificação”.

De acordo com Andrade (1998), ao desenvolver a Exploração de Problemas tratava sobre a Proposição de Problema, mostrava-se atento a uma questão, apenas atualmente, vem tomando novas proporções. O propor problemas como uma atividade de ensino-aprendizado, por parte tanto do professor, mas principalmente por parte do aluno, não se

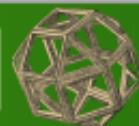


resumindo a reformulações do problema inicial, mas também como ponto de partida da ação de ensino-aprendizagem. E por isso que sua perspectiva se denomina, assim como foi dito anteriormente, Exploração-Resolução-Proposição de Problemas, pois envolve tanto o resolver quanto o propor e ainda explorar, mas também é conhecida como Exploração de Problemas, pois o ato de explorar, como dito anteriormente, comporta ambos os verbos (resolver e propor).

Entretanto, o que é Proposição de Problemas (PP) na perspectiva da Educação Matemática? De acordo com Cai e Hwang (2020), há diversos autores no campo da Educação Matemática que trabalham nesta perspectiva e cada um deles tem suas peculiaridades em relação a PP. Segundo Cai (2022) a PP em Educação Matemática abrange diversos tipos de atividades relacionadas que envolvem ou apoiam professores e alunos na formulação ou reformulação de um problema com base em um contexto particular (ao qual nos referimos como o contexto do problema ou situação do problema). Os autores entendem por problema e tarefa qualquer questão matemática que possa ser solicitado ou qualquer tarefa matemática que possa ser executada com base na situação problema. Cai e Hwang (2020) e Cai (2022) interpretam o contexto como situações dentro da matemática que dão origem a novas questões, bem como situações extraídas (ou incorporadas) de fenômenos da vida real e questões decorrentes de outras disciplinas.

De acordo com Cai (2022) o propor problemas, no decorrer da história das ciências, se consolidou como uma atividade intelectual de grande importância crítica no ensino de matemática. Segundo o autor, quando os discentes têm a oportunidade de propor seus próprios problemas matemáticos com base em uma situação apresentada pelo professor ou por eles mesmos, eles devem entender as restrições e condições da informação fornecida para construir conexões entre sua compreensão existente e uma nova compreensão de ideias matemáticas relacionadas, construindo assim novos conceitos.

Essa perspectiva que entrelaça o ato de Resolver como o de Propor por meio de uma Exploração, de acordo com Freitas (2019), a ERP é uma das perspectivas de Resolução de Problemas mais difundidas no Brasil, principalmente na região nordeste. Fazem então, vinte e cinco anos desde a publicação da perspectiva da Exploração de Problema, muito já se foi difundido, publicado, modificado, acrescentado em diversas perspectivas nos mais variados níveis, etapas e ambientes escolares, o que é comum no que tange ao desenvolvimento de uma teoria no campo da Educação Matemática. O autor



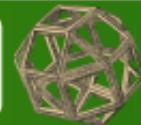
da ERP, Andrade (1998), já orientou e orienta dezenas de trabalhos de pesquisa de mestrado e doutorado, onde essa perspectiva, ERP, vem sendo aplicada e repensada perpassando em turmas do ensino básico ao superior, desde a educação infantil até a formação de professores, foi até aplicada em ambientes onde os discentes são legalmente privados de liberdade.

Isto posto, esse trabalho, que faz parte de uma tese de doutorado no formato multipaper tem como objetivo apresentar uma Revisão Sistemática de Literatura acerca das produções sobre a Exploração-Resolução-Proposição de Problemas no ensino-aprendizagem de matemática, expondo não apenas uma organização de dados, mas também uma noção sobre o que vem sendo produzido por pesquisas acadêmicas buscando mostrar sobre o tema, possíveis lacunas e pontos de convergência, além de nortear sobre o campo da ERP. Vale ressaltar que a questão norteadora da pesquisa é: “Quais são as potencialidades e limitações que a Exploração-Resolução-Proposição de Problemas vem trazendo para o processo de ensino-aprendizagem de matemática?” E para tanto faremos uma Revisão Sistemática de Literatura acerca da Exploração-Resolução-Proposição de Problemas.

Metodologia

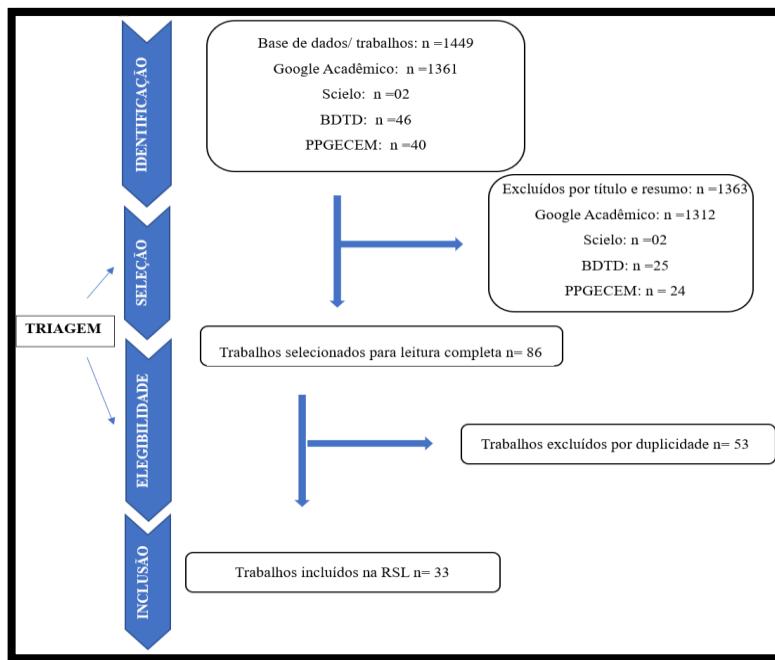
Foram considerados elegíveis os estudos que 1) forem dissertações, teses e artigos científicos publicados nacionalmente em revistas e eventos; 2) foram publicados de 1998 até 2023, partindo pelo pressuposto de que a ERP foi apresentada oficialmente através de Andrade (1998) – no ano de 1998, fazendo assim apenas 25 anos; 3) foram publicados nos idiomas português, inglês ou espanhol; 4) estavam disponíveis como texto completo; 5) estavam com acesso liberado pelo banco de dados de forma gratuita nos banco de dados selecionados. Os textos que não apresentassem todos os critérios estabelecidos, duplicados ou com acesso restrito, foram excluídos da seleção. Foram usados quatro descritores em português, inglês e espanhol, sendo eles: Exploração de Problemas; Exploração-Resolução-Proposição de Problemas; Resolução-Exploração-Proposição de Problemas.

As consultas aos bancos de dados foram realizadas de março a maio de 2023, sendo o último acesso feito em 10 de maio de 2023. Os artigos incluídos na revisão



sistemática de literatura, após sua leitura completa, foram separados em 8 categorias criadas a partir das temáticas em comum. Segue as análises de cada uma.

Figura 1 – Fluxograma do Protocolo Prisma 2020

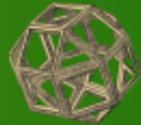


Fonte: Própria.

Quadro 1 – Trabalhos Analisados através da Revisão Sistemática de Literatura

Categoria	Trabalho incluído
Estado da arte e revisão de literatura	Domingos (2015); Freitas, Andrade e Cardoso (2021); Silva e Andrade (2021); Souza (2022); Teixeira e Moreira (2023)
Ensino fundamental anos iniciais	Araújo (2015); L. Santos (2016); Silva (2016); E. Santos (2019); Grangeiro (2020)
Ensino fundamental anos finais	Araújo Segundo (2012); Araújo (2016); R. Santos (2019); Silva (2019); Silva (2020); Araújo (2021)
Ensino médio	A. Silva (2013); L. Silva (2013); Nascimento (2014); Brandão (2014); Silva (2015); Silveira (2016); Lins (2019); C. Silva (2021) Silveira e Andrade (2022); Silva, Silva e Neves (2022)
Educação de Jovens e Adultos (prisional)	M. Santos (2016)
Formação inicial de professores de matemática	Andrade (2011); Bezerra (2017); Costa (2019); Martins (2019); Oliveira (2021); Martins e Andrade (2022)

Fonte: Própria.



Resultados

Estado da arte e revisão de literatura

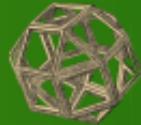
Nesta categoria, os trabalhos encontrados versam sobre o estado da arte da Resolução de Problemas (nos quais a Exploração de Problemas aparece incluída de uma maneira destacada) e sobre Revisão de Literaturas em que a Exploração de Problemas aparece para contribuir com a construção de conceitos matemáticos.

Domingos (2015) versa sobre uma relação necessárias nas salas de aula de matemática e tenta construí-la através da exposição de argumentos fundamentados na literatura acadêmica que é a relação entre a Educação Matemática Crítica e a Resolução de Problemas, o autor, através do seu levantamento bibliográfico a Exploração de Problemas tem como potencialidade de se fazer um caminho de indagações e tornar a sala de aula um ambiente mais interativo, com alunos mais participativos e agentes da construção do conhecimento matemático além de auxiliar na formação de cidadão mais críticos e participativos.

No que tange ao trabalho de Freitas, Andrade e Cardoso (2021), os autores analisaram os anais dos Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEM'S) realizados entre os anos de 1987 e 2016. Conforme os autores, os trabalhos vinculados ao grupo de pesquisa GPEP, constituído em 2008, após conclusão do doutorado de Silvanio de Andrade, onde se destaca a Resolução, Proposição e Exploração de Problemas com uma representatividade considerável nos ENEM'S.

No trabalho de Souza (2021), a autora identifica pontos de encontro e contribuições da Proposição de Problemas na perspectiva da Exploração de Problemas no ensino-aprendizado de matemática em sete dissertações de mestrado desenvolvidas por integrantes do Grupo de Pesquisa liderado Andrade no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba.

No que tange as potencialidades de se propor problemas na perspectiva da Exploração de Problemas, a autora percebeu que os trabalhos analisados traziam a convergência no desenvolvimento de algumas características no alunado tais como: interesse; desenvoltura; entusiasmo; criatividade; confiança; autonomia; motivação; engajamento; compreensão de conceitos de forma aprofundada; melhoria na elaboração de estratégias de resolver e criar problemas; exploração de diversas situações do problema. Já no que se diz respeito sobre as limitações, Souza (2021) discorre que nos



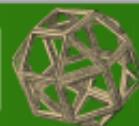
trabalhos é convergente a problemática da dificuldade em propor as primeiras atividades, que normalmente, contêm equívocos gramaticais e matemáticos por parte dos discentes.

Teixeira e Moreira (2023) pretende apresentar argumentos concisos e válidos para a reformulação de problemas em tarefas de transição para um ambiente de reformulação de problemas. Para tanto o autor caracterizou sua metodologia como exploratória e de natureza teórica e qualitativa. O seu trabalho relata que a ERP pode potencializar: a qualidade da aprendizagem por meio de uma aprendizagem mais significativa; a posição do estudante para não apenas resolvedor de problemas, mas reformulador e formulador, isto é um proposito de problemas; fazer com que o aluno desenvolva demandas cognitivas das mais simples as mais complexas.

Ensino fundamental anos iniciais

Na categoria que enquadra os trabalhos que tem como foco principal conceitos matemáticos e sujeitos que tem como foco principal os anos iniciais do ensino fundamental (1º ao 5º ano que tem, comumente crianças de 6 a 10 anos) serão apresentadas as contribuições dos trabalhos de Fontes (2010), N. Araújo (2015), Silva (2016), E. Santos (2019); Grangeiro (2020) os sujeitos das pesquisas foram discentes de turmas de 5º do ensino fundamental.

No que tange as limitações do uso da ERP nesta categoria, os trabalhos mostram que para o uso da Exploração de Problemas se mostra necessário um tempo superior a de uma aula tradicional, tanto na execução, na construção do conceito matemático como elaboração das propostas pedagógicas mais significativas para os alunos e mais “perto” de seu cotidiano. Ao se tratar das potencialidades da ERP para o ensino-aprendizado de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental nesses trabalhos em diversos aspectos tais como: o auxílio na compreensão das dificuldades dos discentes ao tentar resolver problemas matemáticos e por consequência o não entendimento dos conceitos como operações básicas, pois através do uso da ERP foi verificado que as dificuldades estavam em não compreenderem os conceitos por não lerem os enunciados e quando liam os enunciados não conseguiam interpretar, logo foi concluído através de mais de um trabalho de pesquisa nessa categoria concluí que deveria ser feito um trabalho efetivo de interpretação de textual antes de iniciar a atividade de Exploração de Problemas.



Ensino fundamental anos finais

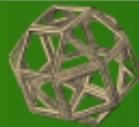
Acerca das pesquisas que foram alocadas na categoria do Ensino Fundamental Anos Finais (6º ao 9º ano que tem, comumente crianças de 11 a 14 anos), foi apercebido que elas convergem no que concerne ao ensino de Álgebra via ERP aliada a Teoria dos Registros de Representações Múltiplas de Álgebra (RMA).

Os trabalhos no ensino fundamental apresentaram resultados de potencialidades e limitações convergentes com os relatos do ensino fundamental nos anos iniciais no que diz respeito, no que concerne ao diferencial, isto é, algo que é pertinente dessa categoria, os trabalhos desta categoria mostram que é favorável o uso da ERP aliada as RMA, porque isso impulsiona o processo de exploração, resolução e proposição da parte do aluno tanto antes, quanto durante e depois a apresentação do problema, favorecendo com que o aluno desenhe padrões, descreve verbalmente o que está sendo construído em sua mente, dialogue com seus pares de uma maneira que codifique, descodifique - assim como é descrito em Andrade (1998, 2017) – e permita que o processo de construção do conceito matemático seja mais rico pedagogicamente e favorável para a construção do pensamento algébrico e de conceitos como equações com uma ou mais incógnitas, funções, expressões algébricas, dentre outros.

Além disso, as pesquisas evidenciaram que a ERP aliada as RMA é um forte potencializador do que o programa de pesquisa da Educação Matemática Crítica tem para construir nas salas de aula da Educação Básica. Os trabalhos mostram que os alunos, através dos processos de exploração e proposição de problemas, passam a participarativamente dos diálogos e reflexões levantados por eles e pelo professor no que diz respeito a multicontextualidade da sala de aula. Palavras como Bolsa Família, Educação Fiscal, Impostos, Porcentagem, Economia, Responsabilidade passaram a ser observados em uma ótica de construção cidadão via uma linguagem matemática.

Ensino médio

Das pesquisas inseridas nessa categoria, o conceito de função aparece majoritariamente com metades dos trabalhos versando sobre o tema aliada a RMA e uso de softwares, além de tratar sobre a multicontextualidade da sala de aula. Além disso, essa categoria possui resultados sobre a área do ensino-aprendizagem de combinatória e trigonometria.

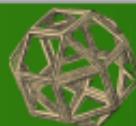


Os resultados apresentados nos trabalhos desta categoria foram bem claros ao descrever que o uso da ERP como metodologia de ensino-aprendizagem de matemática aliada as RMA é de notória contribuição para ensino-aprendizado de diversos conceitos matemáticos como função, conceitos relativos à análise combinatória e trigonometria uma vez que a ERP possibilita: um trabalho dialógico de construção do conhecimento; que o discente codifique, descodifique, conjecture, teste as hipóteses fazendo uso das representações múltiplas de álgebra e fazendo a devida conversão entre um registro e outro; tenha problemas que façam parte do seu cotidiano, potencializando uma construção de conceitos significativos e aplicáveis a sua formação crítica como cidadão.

As pesquisas mostraram evidências de que o uso de *softwares*, em computadores e em *smartphones*, que possuem em sua interface a possibilidade de representações gráficas são favoráveis para o processo de exploração e proposição de problemas, possibilitando: a otimização tempo utilizado para revisão de conhecimentos prévios para a realização da atividade; o discente a explorar as diferentes representações do conceito de função; a modelagem do problema com mais facilidade ao passo que investiga as relações entre as variáveis de uma função. As pesquisas evidenciaram que os conceitos de Análise Combinatória foram mais bem construídos ao passo que os alunos exploravam o problema, desenvolvendo um aprendizado além da memorização de fórmulas descontextualizadas, onde os discentes faziam uso de sua realidade social (propondo e explorando problemas) e da linguagem matemática para pensar matematicamente sobre o mundo ao seu redor e no qual ele também faz parte, ao passo que construíam os conceitos matemáticos.

Nesta Categoria, encontra-se o trabalho de Silva, Silva e Neves (2022), nesta pesquisa os autores visam analisar cinco livros didáticos no ensino médio sobre conceitos que tangenciavam o tema de equações polinomiais tais como polinômios, funções, equações algébricas de n (enésimo) grau. A finalidade do trabalho, conforme os autores, foi analisar o livro a luz da Exploração, Resolução e Proposição de Problemas com o intuito de identificar as potencialidades e possibilidades de trabalho desta teoria através dos livros.

Conforme os autores, os livros didáticos de matemática a Exploração, Resolução e Proposição de Problemas pode trazer uma potencialidade de melhor aprofundamento do conteúdo matemático que se está trabalhando em sala de aula, mesmo que não esteja



explicito no livro os lugares onde o professor pode fazer uma indagação/proposição/exploração do problema que está sendo usado para construir o conceito matemático. Segundo os autores, o docente pode, por sua vez, fazer uma análise minuciosa das propostas, atividades e problematizações que o livro traz, haja vista que os problemas algébricos trazem diversos contextos relacionados com a ordem social, econômica, fenômenos da natureza e com outras demandas do cotidiano.

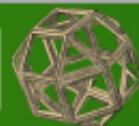
Educação de Jovens e Adultos (Prisional)

Nesta categoria se enquadrou apenas um trabalho de pesquisa, M. Santos (2016), dissertação de mestrado do Prof. Ms. Miguel de Brito Santos orientado pelo Prof. Dr. Silvanio de Andrade. A pesquisa foi realizada tendo como sujeitos educandos privados de liberdade na modalidade da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A pesquisa se desenvolve em um ambiente prisional em um total de dez aulas, o ambiente comportava 24 pessoas ao todo. Foram trabalhados conceitos como classes e ordens numéricas, área, perímetro, figuras geométricas, noções de interpretação de gráficos, além de jogos matemáticos tais como a Torre de Hanói.

De acordo com M. Santos (2016), antes da matemática latente, o ouvir, o escutar, ativamente, mostrou-se ser uma condição básica para se trabalhar a educação matemática com os discentes pertencentes a esse domínio. Contudo, a percepção de escutar se ampara na base metodológica e, nesse caso, a resolução-exploração de problema norteou a prática de ouvir. Nota-se no trabalho que desde uma pergunta como o preço do copo de café longe do ambiente prisional, curiosidades sobre o número sete, até o conhecimento de reservatórios hidrográficos da região são pontes para exploração de problemas e construção do conhecimento matemático.

Formação inicial de professores de matemática

Os trabalhos elencados nesta categoria versaram sobre a construção de conceitos matemáticos com discentes dos cursos de licenciatura em matemática. As pesquisas aqui analisadas relataram intervenções na construção de conceitos comuns a educação básica (funções e sistemas lineares) como também a construção de conceitos matemáticos superiores (Espaços Vetoriais, Estruturas Algébricas, Transformações Lineares), ainda foram analisados trabalhos que versaram sobre a construção de conceitos matemáticos



através da ERP aliada a Materiais Didáticos de Manipulação e ao Laboratório de Ensino de Matemática.

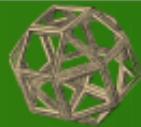
Além das diversas potencialidades em comum com outras categorias anteriores, há pertinentes a essa categoria. Foi possível verificar que as evidências auxiliaram nas conclusões de que o uso da ERP na formação de professores de matemática potencializou o ensino de Álgebra e o tornou mais comprehensivo ao passo que: dispôs um ensino-aprendizagem significativo ao aluno, de modo que ele pudesse compreender a importância desse estudo para subsidiar suas futuras práticas docentes; ao lançar mão das RMA tornaram-se claras dúvidas sobre conceitos da Educação Básica que dificultavam o entendimento de conceitos da matemática superior; que abre a possibilidade de diálogo aluno-aluno e professor-aluno onde possibilita o ir além da resolução; possibilita o uso de tecnologias como *softwares* de interação dinâmica permitindo que a exploração e proposição de problemas ocorram sem tanta interferência da falta de conceitos prévios; possibilita que o licenciando trate o conceito matemático de uma forma mais qualitativa, isto é, verifique proposições, demonstrações, alterações de variáveis, verificação de erros com mais praticidade e não apenas buscando uma solução numérica.

No que concerne ao uso da ERP na formação inicial de professores aliada ao uso de Materiais Didáticos de Manipulação as pesquisas evidenciaram que há potencialidades no que tange: ao desenvolvimento do raciocínio dos alunos; ao auxílio na construção de conceitos com ludicidade; ao auxílio na construção do significado daquilo que é estudado, isto é, possibilita a construção de elos cognitivos significativos entre as diversas representações dos conceitos matemáticos.

Considerações finais

Após a leitura e análise dos trabalhos de pesquisa foi percebido que a questão norteadora deste trabalho, “Quais são as potencialidades e limitações que a Exploração-Resolução-Proposição de Problemas vem trazendo para o processo de ensino-aprendizagem de matemática?”, foi respondida com evidências favoráveis. A ERP mostrou-se potencializadora do ensino-aprendizagem de matemática nos diversos níveis de ensino e em várias modalidades.

As potencialidades evidenciadas perpassaram a construção de características positivas da parte do aluno para a formação de um aluno ativo, crítico, investigador,

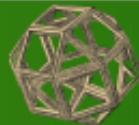


construtor de conhecimento e foram claras e ainda mais potencializadas quando a experiência de explorar, resolver ou propor problemas foram aliadas com a Representações Múltiplas de Álgebra e com o uso de *softwares* educacionais ou materiais didáticos de manipulação.

Acerca das limitações, de acordo com os trabalhos analisados, permaneceram no campo do tempo gasto para a realização da aula tendo como base esse pressuposto teórico-metodológico, a falta de hábito dos discentes e dos próprios docentes que muitas vezes relataram que apenas no decorrer da pesquisa que hábitos como explorar, propor, ouvir, centralizar a atenção não apenas em si mesmo, ir além da resolução, conjecturar novas possibilidades de demonstração e solução, fazer uso de uma perspectiva crítica foram sendo construídos.

Vale ressaltar que o ensino-aprendizagem de matemática é um fenômeno que está em constante alteração, pois existem variáveis como condições sociais, culturais, econômica, políticas, cognitivas, tecnológicas, mentais e fisiológicas surgem ainda mais a cada dia desafiando nossa noção de segurança e daquilo que já foi conquistado, entendido, solucionado. Cabe pesquisas futuras responderem questões ainda vigentes que são de fundamental importância para o avanço do ensino-aprendizagem de matemática, questões como: Até que ponto a ERP pode potencializar o processo de ensino-aprendizagem de matemática em um cenário tecnológico onde Inteligências Artificiais como o ChatGPT estão presentes em sala de aula? Quais são as potencialidades e limitações da ERP para Educação Inclusiva? Pode haver alguma proposta de material didático textual que contenha a ERP como metodologia principal de ensino-aprendizagem de matemática para formação de professores ou para a educação básica? Seria a ERP uma metodologia que poderia ser utilizada em Histórias em Quadrinhos para potencializar o ensino-aprendizagem de Matemática na formação inicial de professores de matemática?

Desta forma, consideramos que o objetivo foi alcançado, e que a hipótese foi confirmada. Espera-se que essa RSL, que expôs não apenas uma organização de dados, mas também uma breve noção sobre o que vem sendo produzido por pesquisas acadêmicas no âmbito da ERP, possa contribuir, em termos de novos caminhos e horizontes e para avanços no campo da Educação Matemática mais especificamente na Exploração, Resolução e Proposição de Problemas.



Referências bibliográficas

ANDRADE, S. **Ensino-aprendizagem de Matemática via resolução, exploração, codificação e decodificação de problemas**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

ANDRADE, S. Um caminhar crítico reflexivo sobre Resolução, Exploração e Proposição de Problemas Matemáticos no Cotidiano da Sala de Aula. In: ONUCHIC, L. R.; LEAL JUNIOR, L. C.; PIRONEL, M. (orgs.). **Perspectivas para resolução de problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, p. 355-396.

ARAUJO SEGUNDO, S. I. **Do ensino-aprendizagem da Álgebra ao ensino de equações polinomiais do 1º grau: representações múltiplas**. 116f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2012.

ARAUJO, N. K. S. **Análise das dificuldades na resolução de problemas matemáticos por alunos do 5º ano do ensino fundamental**. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2015.

ARAÚJO, A. I. S. **Ensino-aprendizagem de álgebra através da resolução e exploração de problemas**. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2016.

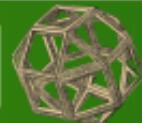
ARAUJO, J. A. **As operações aritméticas fundamentais na perspectiva da exploração, resolução e proposição de problemas**. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021.

BEZERRA, A. S. V. **Conceito e representações de função via resolução, proposição e exploração de problemas: um trabalho com alunos de graduação**. 319 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2017.

BORGES NETO, H. **A gambiarra no ensino de matemática: pra quê?** Fortaleza: UFC, 2019. (1h39m23s). Publicado pelo canal Multimeios UFC. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f9UbsU9OvaE>. Acesso em: 05 jan. 2023.

BRANDÃO, J. D. P. **Ensino aprendizagem de função através da resolução de problemas e representações múltiplas**. 210 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2014.

CAI, J.; HWANG, S. Learning to teach through mathematical problem posing: Theoretical considerations, methodology, and directions for future research. **International Journal of Educational Research**, v. 102, 2020.



CAI, J.; What research says about teaching mathematics through problem posing. **Éducation & didactique**, Rennes, v. 16, n. 3, p. 31-50, 2022. ISSN 1956-3485. ISBN 9782753593077. DOI: 10.4000/educationdidactique.10642. Disponível em: <https://www.cairn.info/revue-education-et-didactique-2022-3-page-31.htm>. Acesso em: 05 maio. 2023.

COSTA, S. M. **Tangram e Resolução de problemas:** desafios e possibilidades. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2019.

DOMINGOS, R. M. C. Uma abordagem sócio-cultural da resolução de problemas no ensino-aprendizagem de matemática. In: **II Congresso Nacional da Educação**. Anais II CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/17038> . Acesso em: 10/05/2023 09:33

FREITAS, T. S. **Um olhar para a resolução de problemas nos encontros nacionais de educação matemática (ENEMs):** delineamento de uma tendência. 2019. 183 f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2019.

FREITAS, T. dos S.; ANDRADE, S. de; CARDOSO, T. M. R. F. L. Um olhar em rede para as produções em resolução de problemas nos ENEMs (1987 – 2016). **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 12, n. 5, p. 1–18, 2021. DOI: 10.26843/renclima.v12n5a19. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/renclima/article/view/3102>. Acesso em: 10 maio. 2023.

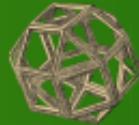
KHAN, K. S. et al. (2003). Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the royal society of medicine**, 96(3), 118-121.

GRANGEIRO, O. B. **Ensino e aprendizagem de fração via exploração-resolução-proposição de problemas.** 196f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2020.

KILPATRICK, J. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como campo profissional e científico. Tradução: Rosana G. S. Miskulin; Cármel Lúcia B. Passos; Regina C. Grando e Elisabeth A Araújo. ZETETIKÉ/UNICAMP. **Revista do Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática**. Faculdade de Educação. v. 4, n. 5, p. 99-120, jan./jun. 1996.

KILPATRICK, J. Variáveis metodológicas em pesquisa sobre resolução de problemas. In: ONUCHIC, L. R.; LEAL JUNIOR, L. C.; PIRONEL, M. (orgs.). **Perspectivas para resolução de problemas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, p. 85-108.

LINS, I. M. **O uso de jogos matemáticos na perspectiva da resolução e exploração de problemas no ensino médio.** 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2019.



MARTINS, F. C. **Ensino-aprendizagem de sistemas lineares na formação do professor de matemática via exploração, resolução e proposição de problemas.** 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2019.

MARTINS, F. C; ANDRADE, S. Representações Múltiplas no ensino de Álgebra e Resolução de Problemas: aspectos teóricos e práticos. **REIMATEC**, [S. l.], v. 16, p. 277–294, 2021. DOI: 10.37084/REIMATEC.1980-3141.2021.n.p277-294.id360. Disponível em: <https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/75>. Acesso em: 10 maio. 2023

MENDES, I.. A. **Investigação Histórica no Ensino da Matemática.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2009.

MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., & ALTMAN, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, 151(4), 264-269.

NASCIMENTO, M. A. **Ensino-aprendizagem de trigonometria através da resolução e exploração de problemas e cotidiano escolar.** 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2014.

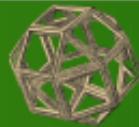
OLIVEIRA, S. B. **Ensino-aprendizagem de espaços vetoriais via exploração-resolução-proposição de problemas:** uma experiência na licenciatura em matemática. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021.

PAGE M.J., MCKENZIE J.E., BOSSUYT P.M., BOUTRON I., HOFFMANN T.C., MULROW C.D., et al.(2021) The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ** 372, n71. Doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.n71>

PORFÍRIO, G. (2012). Revisão da Literatura. Material da internet, disponível em: <http://clip2net.com/clip/m2729/1196764374-ab61a-68kb.pdf>. Acesso em: 03 Maio 2023.

SANTOS, E. V. **Contribuições da resolução, exploração e proposição de problemas ao processo de ensino e aprendizagem da combinatória nos anos iniciais do ensino fundamental.** 228 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2019.

SANTOS, L. S. Estudando matemática via resolução e exploração de problemas matemáticos. In: **I Congresso Nacional de Ensino e Pesquisa em Ciências.** Anais do I CONAPESC, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17992> . Acesso em: 10/05/2023 09:48



SANTOS, M. B. **Educação matemática com educandos privados de liberdade:** um trabalho com a metodologia resolução e exploração de problemas. 177 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2016.

SANTOS, R. O. **Educação Fiscal nas aulas de matemática:** cenários para investigação e exploração de problemas. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2019.

SILVA, A. P. **Ensino-aprendizagem de análise combinatória através da resolução de problemas:** um olhar para a sala de aula. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2013.

SILVA, L. M. **Compreensão de ideias essenciais ao ensino-aprendizagem de funções via resolução, proposição e exploração de problemas.** 306 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2013.

SILVA, V. S. **Proposição e exploração de problemas no cotidiano da sala de aula de matemática.** 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2015.

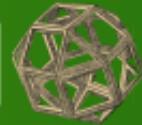
SILVA, S. V. P. **Idéias/significados da multiplicação e divisão:** o processo de aprendizagem via resolução, exploração e proposição de problemas por alunos do 5º ano do Ensino Fundamental. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2016.

SILVA, J. A. **Resolução de problemas e representações múltiplas no ensino de sistemas de equações polinomiais do 1º com duas incógnitas.** 163f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2019.

SILVA, R. R. C. **Ensino e aprendizagem de expressões algébricas através da exploração, resolução e proposição de problemas.** 132 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2020.

SILVA, C. F. **Ensino aprendizagem de função afim via exploração, resolução e proposição de problemas com o uso do aplicativo Desmos em contexto remoto.** 149 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021.

SILVA, R. M. T.; ANDRADE, S. A atividade algébrica global, na compreensão da igualdade através da exploração, resolução e proposição de problemas. In: **XI Encontro Paraibano de Educação Matemática.** Anais do XI EPBEM, 2021. Disponível em: [A Atividade Algébrica Global, Na Compreensão Da Igualdade Através Da Exploração, Resolução E Proposição De Problemas | Even3 Publicações](http://www.even3publicacoes.com.br/index.php?route=page/article&article_id=1000). Acesso em: 10 mai. 2023.



SILVA, L. M. da, SILVA, J. S. N. da, & NEVES, S. de M. (2022). Equações polinomiais em livros didáticos no ensino médio: exploração, resolução e proposição de problemas: Polynomial equations in high school textbooks: exploration, resolution, and problem proposition. **Brazilian Journal of Development**, 8(8), 55026–55038. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-022>

SILVEIRA, A. A. **Análise combinatória em sala de aula:** uma proposta de ensino-aprendizagem via resolução, exploração e proposição de problemas. 234 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2016.

SILVEIRA, A. A. da; ANDRADE, S. de. Proposição de Problemas de Análise Combinatória como ponto de partida: episódios de sala de aula. **Revista de Educação Matemática**, [S. l.], v. 19, n. 01, p. e022019, 2022. DOI: 10.37001/remat25269062v19id615. Disponível em: <https://www.revistasbemsp.com.br/index.php/REMat-SP/article/view/615>. Acesso em: 22 maio. 2023.

SOUZA, A. B. A. **Pesquisas em proposição de problemas:** convergências e potencialidades. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2021.

TEIXEIRA, C. J; MOREIRA, G. E. A reformulação de problemas na perspectiva da proposição de problemas nas aulas de matemática. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 12, n. 27, p. 276-298, jan-abr. 2023. <https://doi.org/10.33871/22385800.2023.12.27.276-298>