

Utilizando Erros para Promover a Reflexão Crítica e o Diálogo em Aulas de Matemática

Using Errors to Promote Critical Reflection and Dialogue in Mathematics Classes

Luciano Feliciano de Lima¹
Maria Francisca da Cunha²

Resumo: Investiga-se “como o erro no processo de ensino e aprendizagem de matemática pode favorecer o estabelecimento de um diálogo entre os atores da sala de aula?” Utiliza-se uma abordagem qualitativa, baseada em narrativas reflexivas de licenciandos em Matemática, a pesquisa fundamenta-se em teorias freirianas sobre conscientização e diálogo. Para a produção de dados foram desenvolvidas atividades que incluíram a identificação e correção de equações de primeiro grau por meio de exemplos e contraexemplos, ditados matemáticos e análise de vídeos com erros intencionais. Os resultados indicam que essas atividades podem promover a reflexão crítica, colaboração e desenvolvimento metacognitivo, contribuindo para uma formação em que, como futuros professores, possam ser capazes de criar um ambiente educativo inclusivo e emancipatório em suas práticas.

Palavras-chave: Reflexão Crítica. Erro. Paulo Freire. Educação Matemática. Formação de Professores.

Abstract: This study investigates “How can errors enhance dialogue in the teaching and learning of mathematics?”. Using a qualitative approach based on reflective narratives of undergraduates in a Mathematics course, the research is grounded in Freirean theories of conscientization and dialogue. For data production, activities were developed that included the identification and correction of first-degree equations through examples and counterexamples, mathematical dictations, and analysis of videos with intentional errors. The results indicate that these activities can promote critical reflection, collaboration, and metacognitive development, contributing to a training in which, as future teachers, they may be able to create an inclusive and emancipatory educational environment in their practices.

Keywords: Critical Reflection. Error. Paulo Freire. Mathematics Education. Teacher Training.

1 Introdução

A educação matemática enfrenta desafios especialmente no que diz respeito à promoção de ambientes em que estudantes se envolvam em aprendizagens críticas e reflexivas. Um deles é utilizar efetivamente os erros dos alunos para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Compreender como os erros podem ser aproveitados não apenas como indicadores de falhas, mas como potencializadores para o diálogo e uma compreensão mais profunda acerca do objeto de estudos.

Na busca por uma educação que transcenda a memorização e a reprodução de informações, reconhecer o papel do erro torna-se relevante. Quando vistos como componentes integrais da aprendizagem, os erros oferecem oportunidades para o crescimento cognitivo e o desenvolvimento do pensamento crítico. Damasceno Júnior (2020) defende que os erros devem ser interpretados como momentos de reflexão que promovem ajustes nas abordagens

¹ Universidade Estadual de Goiás • Morrinhos, GO - Brasil • luciano.lima@ueg.br • ORCID
<https://orcid.org/0000-0001-9055-0791>

² Universidade Estadual de Goiás • Morrinhos, GO - Brasil • maria.cunha@ueg.br • ORCID
<https://orcid.org/0000-0001-9097-7269>

de resolução de problemas, em vez de serem considerados falhas irremediáveis.

Essa perspectiva alinha-se a teorias educacionais críticas que enfatizam a educação como um processo emancipatório. Freire (1996, 2011) destaca a necessidade de uma educação problematizadora e dialógica, promovendo a reflexão crítica e a autonomia dos estudantes. De maneira semelhante, Skovsmose (2000, 2006) propõe uma abordagem investigativa na educação matemática em que estudantes são incentivados a explorar, questionar e construir conhecimento ativamente. Ao valorizar os erros como parte da jornada de aprendizagem, os educadores podem fomentar um ambiente de sala de aula que encoraja o diálogo aberto e a construção colaborativa do conhecimento.

Diante disso, a questão de pesquisa que orienta este estudo é: “como o erro no processo de ensino e aprendizagem de matemática pode favorecer o estabelecimento de um diálogo entre os atores da sala de aula?”.

A relevância desta investigação reside no potencial da análise de erros para transformar as aulas de matemática em espaços de diálogo ativo e reflexão crítica. Estudos diversos apoiam a ideia de que a análise dos erros dos alunos aprimora a compreensão e promove o diálogo. Kontrová, Biba e Šusteková (2022) sugerem que, em um contexto de ensino construtivo, os erros contribuem como oportunidades para os alunos revisitarem suas abordagens e alcançarem uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos. De forma semelhante, Hurtado (2021) argumenta que a análise de erros deve ser vista como uma oportunidade para o ajuste cognitivo e o desenvolvimento de competências reflexivas nos estudantes.

Harmuch (2022) enfatiza que os erros podem ser explorados como ferramentas para a reflexão crítica por parte dos alunos. Sob a perspectiva da Educação Matemática Realística, esse autor defende que o erro oferece um ponto de partida para a autorregulação e a análise autônoma dos processos de resolução de problemas. Essa abordagem encoraja os estudantes a reconhecerem suas falhas e ajustarem suas estratégias cognitivas para alcançar uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos.

Além disso, a análise de erros pode contribuir para a criação de um ambiente de sala de aula mais colaborativo e reflexivo. Khasawneh, Al-Barakat e Almahmoud (2023) observam que o uso de atividades de análise de erros promove o pensamento crítico e a autorregulação nos alunos, intensificando a interação social na sala de aula. Xu (2023) acrescenta que organizar os erros em “bancos de questões erradas” permite que os alunos revisitem e compreendam seus equívocos de forma mais profunda, fortalecendo as habilidades de resolução de problemas e conectando novos conhecimentos a entendimentos já existentes.

Estudos de Nwoke et al. (2024) sugerem que os erros podem ser analisados para identificar padrões específicos de dificuldade entre os alunos, revelando não apenas equívocos matemáticos, mas também questões relacionadas aos processos de ensino. Dresel et al. (2024) indicam que o “clima de erro” na sala de aula pode influenciar diretamente como os estudantes reagem às falhas. Um ambiente que promove uma visão positiva e adaptativa dos erros estimula reações construtivas, favorecendo uma autorregulação mais eficaz.

Pires e Oliveira (2024) argumentam que o erro deve ser visto como um catalisador para uma aprendizagem ativa. Ao criar um ambiente em que estudantes se sintam seguros para errar, os professores incentivam a reflexão crítica sobre os conceitos abordados. Essa prática pode promover uma melhor compreensão dos conteúdos, fortalecendo a confiança dos aprendizes ao lidarem com suas falhas, transformando o erro em um elemento construtivo dentro do processo educacional.

Dessa forma, o erro não é apenas um obstáculo a ser evitado, mas um recurso valioso para fomentar um aprendizado mais profundo. A análise dos equívocos cometidos em sala de aula permite que tanto os estudantes quanto os professores identifiquem lacunas no conhecimento e compreendam melhor os processos de raciocínio.

A originalidade e a relevância teórica e prática desta pesquisa decorrem de seu foco em como a análise de erros pode facilitar o diálogo na aula de matemática. Embora trabalhos anteriores tenham reconhecido o valor educacional dos erros, ainda é necessário explorar especificamente como esse processo pode aprimorar a comunicação e a interação entre professores e estudantes. Ao investigar esse aspecto, a pesquisa busca fornecer contribuições que possam informar as práticas de ensino e promover uma educação matemática mais dialógica e reflexiva.

Portanto, o objetivo é examinar como o erro, entendido como parte do processo de ensino e aprendizagem, pode favorecer o estabelecimento de um diálogo entre os atores da sala de aula. Integrando perspectivas teóricas com aplicações práticas, a pesquisa visa fornecer um arcabouço para que educadores possam utilizar os erros de maneira a promover um ambiente de aprendizagem colaborativo.

Para desenvolver esta discussão, o presente artigo está organizado em cinco seções. Após esta introdução, a seção dois discorre sobre o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, intitulado de Perspectivas Críticas sobre o erro em Educação Matemática. A seção três apresenta os aspectos metodológicos que guiaram o estudo. Na quarta seção, são analisados e discutidos os resultados obtidos. Por fim, na quinta seção, discorremos sobre algumas considerações e elencamos sugestões para futuras pesquisas.

2 Perspectivas Críticas sobre Erro em Educação Matemática

O ditado popular “é errando que se aprende” encapsula uma verdade fundamental sobre o processo de aprendizagem humana, destacando o erro como um catalisador para a reflexão crítica e o desenvolvimento. Na educação formal, o erro é frequentemente encarado negativamente, tratado como uma falha definitiva, especialmente em avaliações tradicionais que não permitem espaço para a revisão ou reflexão. Esta perspectiva rígida contrasta com a visão transformadora defendida por Freire (1996, 2011), que entende a educação como um processo contínuo de reflexão crítica e emancipação.

Abbagnano (2007) define o erro como um juízo que, após exame ulterior, se revela infundado, podendo ser atribuído a diversas causas, como falta de informação, preguiça intelectual ou paixão. No entanto, o erro pode ser uma oportunidade de aprendizado. Freire (1996) argumenta que a aprendizagem é um processo de construção do conhecimento pelo sujeito, enfatizando que a educação deve ser um ato de liberdade, não de dominação. Essa perspectiva dialoga com a visão de Dewey (1979), que defende a aprendizagem como uma experiência ativa e democrática, onde o conhecimento é construído a partir da interação e da reflexão crítica.

Damasceno Júnior (2020) destaca que o erro pode promover reflexão e mudanças nas estratégias de ensino, servindo como ponto de partida para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Da mesma forma, Kontrová, Biba e Šusteková (2022) afirmam que, embora frequentemente percebido negativamente, o erro, em um ambiente de aprendizagem construtivo, atua como um marco importante no processo de busca por soluções corretas. Abay e Clores (2022) reforçam que, se manuseados adequadamente, os erros podem oferecer valiosas oportunidades pedagógicas. Outros autores, como Silva e Romão (2022), compartilham essa visão ao considerarem o erro como um fenômeno pedagógico natural que, ao ser explorado pedagogicamente, pode contribuir significativamente para o

desenvolvimento de aprendizagens significativas.

Quanto aos tipos de erros, é comum a categorização entre erros conceituais e procedimentais. Segundo Damasceno Júnior (2020), os erros podem surgir de diferentes fontes, como dificuldades relacionadas ao próprio conhecimento, à forma como o conteúdo é ensinado, a questões psicológicas ou ao desenvolvimento individual dos alunos. Sendo que as concepções espontâneas dos alunos muitas vezes se transformam em barreiras cognitivas. Para Kontrová, Biba e Šusteková (2022), os erros incluem problemas de comunicação, erros algébricos e manipulações inadequadas de expressões.

Nesta mesma linha de pensamento, Abay e Clores (2022) identificam três principais tipos: conceituais, procedimentais e de descuido. As causas dos erros são atribuídas a diversos fatores, incluindo concepções errôneas, falta de conhecimento adequado e práticas pedagógicas ineficazes. Damasceno Júnior (2020) ressalta que a inadequação do conhecimento transmitido pelos professores pode agravar esses equívocos, enquanto Kontrová, Biba e Šusteková (2022) associam os erros à falta de atenção e generalizações inadequadas. Abay e Clores (2022) também apontam que a falta de compreensão dos conceitos matemáticos e a aplicação incorreta de procedimentos são causas recorrentes. Além disso, Silva e Romão (2022) destacam a ausência de contextualização do conteúdo como uma barreira significativa para a aprendizagem.

Quando não tratados adequadamente, os erros podem consolidar concepções equivocadas e comprometer oportunidades de aprendizagem (Silva & Romão, 2022; Damasceno Júnior, 2020). No entanto, sua análise pedagógica pode estimular a reflexão e a revisão de conceitos, proporcionando uma aprendizagem mais profunda (Kontrová, Biba e Šusteková, 2022). Dessa forma, os erros não apenas evidenciam falhas no conhecimento, mas também, quando abordados de maneira construtiva, incentivam o interesse e o desenvolvimento de habilidades de argumentação lógica (Kontrová, Biba e Šusteková, 2022). Abay e Clores (2022) propõem um modelo de competência que abrange a detecção, correção e prevenção de erros profissionais, enquanto Silva e Romão (2022) utilizam a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, enfatizando a importância de ancorar novos conhecimentos em conceitos já estabelecidos.

A relação entre erros e o processo de aprendizagem é vista de maneira dialética por diversos autores. Damasceno Júnior (2020) e Silva e Romão (2022) apontam que o erro, longe de ser uma falha, é parte integral do processo de desenvolvimento cognitivo, sendo um ponto de partida para a construção de novos saberes. Abay e Clores (2022) e Kontrová, Biba e Šusteková (2022) destacam que a análise dos erros pode ajudar os alunos a preencherem lacunas de conhecimento e a desenvolver uma compreensão mais profunda dos conceitos. Por meio do diálogo, o professor pode entender o raciocínio do aluno e identificar a causa do erro, um retorno construtivo sobre o erro fornece ao aluno orientações sobre como melhorar sua compreensão (Damasceno Júnior, 2020; Abay & Clores, 2022). Além disso, o uso de conhecimentos neurocientíficos e de estratégias como feedback corretivo e discussões em grupo pode melhorar significativamente os resultados dos alunos (Kontrová, Biba e Šusteková, 2022).

Freire (1996, 2011) propõe que a educação seja um meio de superar desigualdades sociais, promovendo um processo educativo dialógico e interativo, essencial para a construção de uma consciência crítica. Freire (2011) critica a educação tradicional e propõe uma pedagogia problematizadora, centrada na conscientização e na participação ativa dos indivíduos na transformação de sua realidade. Neste sentido, os dados do Inep (2023) refletem a necessidade de uma abordagem pedagógica que transcenda a memorização e promova uma compreensão crítica e contextualizada dos conceitos matemáticos.

Na obra “A importância do ato de ler”, Freire (1982) destaca a leitura como um meio de conhecimento e transformação, enquanto em “Extensão ou Comunicação?”, Freire (1969), e “Conscientização: teoria e prática da libertação” Freire (1979), ele aborda a conscientização como um processo crítico e libertador. Em “Pedagogia da Esperança”, Freire (1992), continua a defender a aprendizagem como um processo que desenvolve habilidades críticas, criativas e transformadoras, compreendendo a educação como chave para o desenvolvimento humano integral, centrado na autonomia, liberdade e justiça social.

Em seus trabalhos Paulo Freire reafirma a educação como um processo profundamente transformador, no qual a leitura, a conscientização e a aprendizagem crítica desempenham papéis fundamentais. Ele defende o ato educativo para além da transmissão de informações promovendo a autonomia e a liberdade dos indivíduos, de forma a capacitá-los a refletir criticamente sobre sua realidade e agir para transformá-la. A educação, nesse sentido, é vista como um meio para o desenvolvimento humano integral e para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária, onde todos têm a oportunidade de participar ativamente na criação de sua própria história e de aprender com seus erros. Esse enfoque se alinha com a ideia de Pérez Gómez (2015), que advoga por uma educação que desenvolva o pensamento complexo e a resolução de problemas, habilidades essenciais na sociedade contemporânea.

Ao pensarmos com Freire (1996) sobre educação, podemos propor uma compreensão do erro como parte do processo de aprendizagem que ultrapassa a correção de equívocos ao promover a reflexão crítica, a ressignificação do conhecimento e a construção de uma educação que visa à emancipação dos sujeitos, alinhando-se à perspectiva de uma educação problematizadora e transformadora. Esse processo é essencial para estabelecer um diálogo na sala de aula em que todos os atores envolvidos participam ativamente na construção do conhecimento, refletindo as ideias de Libâneo (2017) e Aquino (1997) sobre a importância de um ambiente educacional positivo e inclusivo.

Freire (1996, 2011) argumenta que, na “educação bancária”, o “bom aluno” é caracterizado por sua docilidade e passividade, pois é obediente, não questiona, memoriza e repete informações. Ele se opõe a essa visão, defendendo uma educação problematizadora, na qual cabe ao aluno ser ativo, questionador, crítico, autônomo, participativo e engajado na construção do conhecimento e na transformação da realidade. Essa visão é corroborada por Dewey (1979), que também critica a passividade no aprendizado e enfatiza a importância de uma educação que fomente a experimentação e a reflexão crítica. De maneira semelhante, Pérez Gómez (2015) discute a eficácia dos sistemas de reprovação escolar, utilizando o exemplo da Bélgica, onde práticas educativas mais inclusivas e menos punitivas podem resultar em melhores resultados educacionais. Essas abordagens, a nosso ver, se alinham com a crítica de Freire (1996, 2011) à “educação bancária” e sua defesa de uma educação emancipadora.

Na sociedade da aprendizagem, como afirma Alarcão (2007), é essencial que o aluno descubra o prazer de ser uma mente ativa, não meramente receptiva. Essa perspectiva enfatiza a necessidade de envolvimento ativo no processo de aprendizagem, promovendo a construção do conhecimento através da participação e reflexão. Analisar os próprios erros pode ser um caminho para ser ativo no processo de aprendizagem porque, ao rever os próprios erros, é mais provável rever e se aprofundar no objeto de estudos, ainda mais quando se dialoga sobre ele com outros, como os colegas e professor. Freire (1996, 2011) e Dewey (1979) reforçam essa ideia, defendendo a aprendizagem como um processo ativo e transformador, em que os estudantes são incentivados a questionar, refletir e participar ativamente da construção do conhecimento.

Para Libâneo (2017), erros no processo de aprendizagem podem ser considerados como construtivos porque, embora não conduzam à resposta correta, revelam um processo de

construção do conhecimento pelo aluno. De acordo com Cury (2021), a ideia de que o erro se constitui como um conhecimento é relevante, pois representa um saber que o aluno possui, construído de alguma forma, e requer intervenções didáticas que desestabilizem essas certezas, levando o estudante a questionar suas respostas. Não se trata de afirmar para o estudante que ele está errado e de lhe mostrar a forma correta, ou de fazê-lo repetir exercícios semelhantes de maneira tediosa. Esse tipo de atitude é ineficaz e frequentemente gera rejeição à Matemática, pois o estudante, ao perder a confiança em sua capacidade de aprender, acaba desestimulado.

Cabe ressaltar que teses e dissertações como Antão (2019), Marques (2019), Campos (2019), Santos Júnior (2020), Harmuch (2022) e Hurtado (2021) oferecem exemplos de estratégias didáticas e metodologias de análise de erros para o ensino e aprendizagem da matemática. Ao comparar os estudos, observa-se que todos os autores utilizam os erros como ferramentas pedagógicas para promover a reflexão crítica e o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Antão (2019) e Marques (2019) enfatizam a importância de transformar a percepção dos alunos sobre os erros, promovendo uma atitude investigativa e autônoma. Campos (2019) utiliza vídeos para incentivar a reflexão coletiva, enquanto Santos Júnior (2020) aplica um modelo estruturado para a análise e correção dos erros. Harmuch (2022) e Hurtado (2021) destacam a importância de valorizar o erro no desenvolvimento de um pensamento crítico e na construção do conhecimento.

Esses trabalhos fornecem evidências empíricas que apoiam a valorização do erro como uma ferramenta pedagógica em que ele não precisa ser visto como um indicador de fracasso, mas como uma oportunidade para desenvolver habilidades críticas e reflexivas. O que corrobora com a perspectiva Alrø e Skovsmose (2006) ao destacarem a importância de uma abordagem investigativa na educação matemática, em que o erro é parte integrante do processo de aprendizagem.

O docente pode criar um ambiente que facilite a aprendizagem e ajude os alunos a se tornarem aprendizes autônomos, o que envolve criar um ambiente seguro e acolhedor em que eles se sintam à vontade para cometer erros, aprender com eles, e valorizar suas experiências e conhecimentos prévios (Rogers, 1977). Para Freire (1996) a educação deve promover a conscientização e a participação ativa dos alunos, valorizando suas experiências e contextos de vida. Complementando essa visão, Souza (2019) destaca como a falta de estímulos adequados na infância pode perpetuar desigualdades sociais, dificultando o aprendizado e a concentração na escola.

Assim, analisar os próprios erros pode favorecer os alunos a se concentrarem, pois ao revisitar suas falhas, os estudantes são incentivados a refletir criticamente sobre seu processo de aprendizagem, identificando em que erraram e como podem melhorar. Esse processo de reflexão e autocritica ajuda a desenvolver habilidades metacognitivas essenciais para a concentração. Ao entenderem que o erro faz parte do aprendizado e não é um sinal de fracasso, os alunos podem se sentir mais seguros e motivados para continuar se esforçando, o que melhora sua capacidade de concentração e engajamento com o conteúdo.

3 Aspectos metodológicos da pesquisa: Narrativas Reflexivas e Análise Qualitativa do Erro na Matemática

Este estudo se fundamenta nos princípios de uma pedagogia crítica freiriana, enfatizando a conscientização, o diálogo e a autonomia como elementos centrais no processo educativo. Para investigar “como o erro no processo de ensino e aprendizagem de matemática pode favorecer o estabelecimento de um diálogo entre os atores da sala de aula?”, adotamos uma abordagem qualitativa, conforme delineado por Bogdan e Biklen (1994).

Os participantes desta pesquisa são 15 estudantes do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Sul, sede Morrinhos. Esses estudantes são participantes do Programa de Residência Pedagógica e/ou estagiários cursando os semestres finais do curso. A maioria reside em cidades circunvizinhas e frequenta a universidade no turno noturno. Todos os nomes utilizados são reais, uma vez que os participantes consentiram com o uso de seus nomes por escrito.

Os dados foram produzidos a partir de Narrativas Reflexivas (NR) dos licenciandos oriundos da realização de atividades práticas que ministraram em sala de aula da educação básica. As atividades de análise e superação de erros incentivaram os estudantes a identificarem, analisar e corrigir erros em problemas de equações de primeiro grau. Exemplos e contraexemplos, ditados matemáticos e vídeos com erros intencionais foram utilizados para promover a reflexão crítica e a compreensão dos conceitos. As narrativas reflexivas são fundamentais para investigar a experiência, pois permitem compreender a perspectiva dos participantes e as interpretações que atribuem aos acontecimentos vivenciados (FREITAS; FIORENTINI, 2008).

A utilização de narrativas reflexivas como ferramenta metodológica é corroborada por Nacarato e Moreira (2021), que destacam a importância das narrativas docentes no desenvolvimento profissional. Essas autoras afirmam que narrativas de práticas docentes são consideradas como um gênero de discurso, possibilitando a sistematização e análise de práticas e configurando-se como pesquisa do professor e prática de autoformação.

Além disso, entrevistas semiestruturadas foram realizadas para aprofundar a compreensão sobre como as atividades impactaram as perspectivas dos licenciandos sobre o ensino e a aprendizagem da matemática. Escolhemos esse tipo de entrevista porque “combinam perguntas abertas e fechadas, onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto, muito semelhante ao de uma conversa informal” (BONI; QUARESMA, 2005, p. 75). Desse modo, o entrevistador tem a liberdade de fazer outras perguntas para esclarecer o tema em questão.

Para a análise das narrativas reflexivas, primeiramente, realizamos uma leitura minuciosa e repetida delas, a fim de nos familiarizarmos profundamente com o conteúdo. Esta fase de imersão foi relevante para compreender o contexto e as nuances das experiências relatadas pelos licenciandos.

Em seguida, procedemos à codificação inicial dos dados. Utilizamos um sistema de codificação aberta, onde segmentos de texto foram destacados e rotulados com códigos que descrevem temas ou conceitos importantes. Este processo permitiu a identificação de elementos significativos sem pré-definir categorias rígidas. A partir dos códigos iniciais, começamos a agrupar códigos similares em categorias mais amplas. Este processo de agrupamento facilitou a organização dos dados e a detecção de padrões recorrentes.

A interpretação dos dados foi realizada à luz das teorias de Freire (1996, 2011) e Skovsmose (2000, 2006), enfocando como o erro pode ser utilizado como uma ferramenta pedagógica para promover a reflexão crítica, o diálogo colaborativo e a construção de um ambiente de aprendizagem inclusivo e emancipatório.

Após a análise e interpretação dos dados elegemos as categorias que são apresentadas na próxima seção: i) Erro como Potencialidade para Promover a Reflexão Crítica; ii) Erro como Possibilidade para um Diálogo Colaborativo; iii) Erro como Possibilidade para a Construção de um Ambiente de Aprendizagem Inclusivo e Emancipatório. Essas categorias forneceram uma estrutura para analisar como os erros são percebidos e utilizados pelos licenciandos na prática pedagógica, oferecendo contribuições sobre a potencialidade deles como possibilidade para o diálogo e a aprendizagem em matemática.

4 Análise e discussão dos resultados obtidos

Para a produção das narrativas reflexivas foram desenvolvidas atividades que incluíram a construção do conceito de equação do primeiro grau por meio de exemplos e contraexemplos, ditado matemático ‘Perdi o Bonde’ e análise de vídeos com erros intencionais.

A atividade de construção do conceito de equação do primeiro grau por meio de exemplos e contraexemplos consiste em apresentar aos alunos uma série de exemplos que representam equações do primeiro grau, juntamente com contraexemplos que não atendem aos critérios de uma equação do primeiro grau. Os alunos são incentivados a analisar esses exemplos e contraexemplos para identificar as propriedades e características que definem uma equação do primeiro grau. Esse processo envolve sucessivas tentativas e refinamento das definições iniciais, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão clara e precisa do conceito de equação do primeiro grau através da observação e análise crítica.

A atividade do ditado matemático ‘Perdi o Bonde’ foi desenvolvida para ajudar os estudantes a compreenderem o processo de resolução de equações do primeiro grau. A atividade envolve o uso de materiais específicos, como folhas com retângulos para representar cada etapa da resolução, folhas de rascunho para cálculos intermediários, lápis e borracha. Durante a atividade, o professor dita uma expressão matemática, que os alunos escrevem no primeiro retângulo. Em seguida, o professor dita uma operação matemática a ser realizada com o valor no primeiro retângulo, e os alunos calculam o resultado no rascunho e anotam no segundo retângulo. Esse processo se repete, usando o resultado anterior como base para a próxima operação, até que todos os retângulos sejam preenchidos. O professor corrige as respostas dos alunos passo a passo, garantindo que cada operação seja realizada corretamente.

A atividade de análise de erros em vídeos consiste em vídeos contendo erros intencionais em equações do primeiro grau, desafiando os alunos a identificá-los e corrigi-los. Foram elaborados sete vídeos³, cada um apresentando uma equação do primeiro grau com uma resolução propositalmente incorreta, passo a passo. Após assistir aos vídeos, os alunos, em grupo, utilizavam seus conhecimentos para identificarem o erro na resolução da equação, depois explicavam por que a resolução é considerada incorreta e por último apresentavam a resolução correta da equação, passo a passo.

Após o desenvolvimento das atividades descritas, solicitamos aos residentes pedagógicos e estagiários que escrevessem uma narrativa sobre essa experiência vivida. A partir da análise das narrativas, emergiram categorias que revelaram como o erro pode ser utilizado como potencializador da reflexão crítica e da construção colaborativa do conhecimento. A seguir, discutiremos três categorias que evidenciam a potencialidade dessa abordagem: i) o erro como potencialidade para promover a reflexão crítica, ii) o erro como possibilidade para um diálogo colaborativo, e iii) o erro como possibilidade para a construção de um ambiente de aprendizagem inclusivo e emancipatório. Por meio delas, buscamos refletir sobre atividades pedagógicas para a promoção de diálogo no processo de ensino e aprendizagem durante a formação inicial de professores que ensinam matemática.

4.1 Erro como Potencialidade para Promover a Reflexão Crítica

As narrativas reflexivas evidenciam eficácia das atividades de análise de erros como potencializadoras da reflexão crítica no processo de ensino e aprendizagem, em consonância com o pensamento de Freire (1996, 2011) sobre a importância da autorreflexão na construção do conhecimento e da educação como prática emancipatória. Segundo os licenciandos, as atividades permitiram que os estudantes corrigissem suas falhas, questionassem suas práticas

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLITL8JPU2TxkaZpFRyE7C17tHmPQ1wmMa>

matemáticas e ressignificassem seus processos de aprendizagem, promovendo uma reorganização cognitiva e a construção de novos significados. Abordagem alinhada com a visão de Dewey (1979), que defende uma aprendizagem como uma experiência ativa em que o aluno reflita criticamente sobre suas experiências, analisando seus sucessos e fracassos e buscando novas conexões entre conhecimentos adquiridos.

Um exemplo dessa aprendizagem defendida por Dewey (1979) é a atividade de construção do conceito de equação de primeiro grau, que, ao se basear em exemplos e contraexemplos, contribuiu para que os alunos identificassem propriedades das equações, revisando e aprimorando suas definições iniciais. Para Geovana, quando os estudantes exploram “equações de primeiro grau através de exemplos e contraexemplos, [eles] se envolvem na identificação gradual das características delas, culminando na elaboração e no refinamento de suas definições” (Geovana Alves Martins, NR, 2024). Esse tipo de abordagem está alinhado com os apontamentos de Xu (2023) e Harmuch (2022), que afirmam que a reflexão sobre os erros contribui para uma reorganização das estratégias cognitivas dos alunos, aprofundando a compreensão conceitual e promovendo a reflexão crítica. Além disso, Silva e Romão (2022) destacam que a exploração de exemplos que desafiam as concepções iniciais dos alunos promove a ancoragem de novos conhecimentos em conceitos já aprendidos.

Adicionalmente, o ditado matemático “Perdi o Bonde” envolvia operações inversas para encontrar a incógnita de equações de primeiro grau, o que exigiu dos alunos uma análise criteriosa de suas abordagens e a identificação de possíveis equívocos. Conforme destacado por Moniky: “Com o ditado matemático, envolvendo equações do primeiro grau, os alunos praticam o uso de operações inversas para encontrar a incógnita. A abordagem exige atenção, análise e interpretação de informações, além de ajudar na identificação e correção de erros” (Moniky Helen Silva de Menezes, NR, 2024). Essa prática reforça as contribuições de Nwoke et al. (2024), que indicam que a análise de erros auxilia os estudantes a repensarem suas estratégias e reorganizarem suas abordagens cognitivas, promovendo uma reestruturação conceitual e uma postura investigativa. Damasceno Júnior (2020) acrescenta que esse processo de reflexão sobre os erros pode levar à superação de obstáculos epistemológicos, didáticos e psicológicos, favorecendo o desenvolvimento cognitivo.

A inclusão de vídeos contendo erros intencionais também se mostrou uma estratégia eficaz na promoção de uma reflexão crítica e metacognitiva. Como descrito por Geovana: “Na produção de vídeos que contêm erros intencionais em equações de primeiro grau, os alunos são desafiados a analisá-los para corrigir os erros e, desse modo, aprofundar a compreensão do processo de resolução” (Geovana Alves Martins, NR, 2024). A análise de erros intencionais, conforme argumentam Dresel et al. (2024), facilita a construção de modelos mentais mais precisos, ao mesmo tempo que contribui para a regulação autorreflexiva das estratégias de aprendizagem. Para Abay e Clores (2022), quando adequadamente explorados, os erros promovem a detecção, correção e prevenção de equívocos futuros.

De maneira semelhante, o relato de Lucilvia exemplifica como a metodologia adotada, ao promover o diálogo e a autonomia, contribuiu para o desenvolvimento de uma prática educativa mais crítica e colaborativa: “Nossa abordagem teve como objetivo promover o compartilhamento de experiências e a participação ativa dos alunos na aquisição de conhecimentos, a fim de melhorar o ensino e a aprendizagem da matemática na educação básica pública” (Lucilvia Fernandes Roque, NR, 2024). Nacarato e Moreira (2021) enfatizam que a reflexão crítica sobre os erros dos alunos tem o potencial de desenvolver competências pedagógicas nos licenciandos, especialmente quando utilizada em um contexto dialógico, promovendo uma formação mais inclusiva e centrada no aluno. Nesse sentido, Freire (1996, 2011) propõe uma educação problematizadora e dialógica, na qual os estudantes são agentes

ativos na construção do conhecimento, superando a passividade da “educação bancária”.

As atividades que integram o erro como ferramenta pedagógica mostraram-se relevantes para a promoção de um ambiente educacional que valorize a autonomia e a reflexão crítica, como sugerido por Freire (1996, 2011). Xu (2023), Nwoke et al. (2024) e Pires e Oliveira (2024) reforçam que a análise dos erros, quando abordada de forma construtiva e colaborativa, permite o aprimoramento de habilidades matemáticas e o desenvolvimento de uma postura crítica e investigativa dos alunos. Alrø e Skovsmose (2006) destacam a importância de uma abordagem investigativa na educação matemática, em que o erro é parte integrante do processo de aprendizagem. Libâneo (2017) complementa essa visão ao considerar que os erros no processo de aprendizagem são construtivos, pois revelam o processo de construção do conhecimento pelo aluno.

Dessa forma, a integração da análise de erros nas práticas pedagógicas possibilita a criação de ambientes de aprendizagem seguros e acolhedores, nos quais os alunos se sentem à vontade para cometer erros e aprender com eles, valorizando suas experiências e conhecimentos prévios (Rogers, 1977; Freire, 1996). Ao analisar os próprios erros, os estudantes desenvolvem habilidades metacognitivas essenciais para a concentração e o engajamento com o conteúdo (Souza, 2019), favorecendo uma aprendizagem ativa e significativa (Alarcão, 2007). Esse processo contribui para que os futuros professores adotem uma postura pedagógica que valoriza o erro como parte integrante do processo de aprendizagem, alinhando-se às perspectivas de Freire (1996, 2011) e Dewey (1979) sobre a educação como prática libertadora e transformadora.

4.2 Erro como Possibilidade para um Diálogo Colaborativo

A análise de erro se mostra como um elemento catalisador do diálogo colaborativo, promovendo uma interação reflexiva e construtiva entre os alunos. Freire (2011) argumenta que a verdadeira comunicação só é possível por meio do diálogo, o qual envolve a troca genuína de ideias e a construção coletiva do conhecimento. As atividades de análise de erros, como o “Ditado Matemático: Perdi o Bonde” e a análise de vídeos com erros intencionais, exemplificam essa dinâmica, ao criarem espaços em que os alunos podem dialogar, refletir e construir conhecimento de forma colaborativa. Os relatos dos licenciandos reforçam que essas atividades incentivam uma interação entre os alunos, promovendo um ambiente de aprendizado mais dinâmico e colaborativo.

Gustavo, ao refletir sobre sua experiência, destaca que a atividade “Perdi o Bonde” favoreceu um ambiente de competição saudável, em que “os alunos trabalhavam juntos de um jeito mais descontraído” (Gustavo Davanço de Oliveira, NR, 2024). Esse ambiente permitiu que os alunos colaborassem entre si, ajudando-se mutuamente nas dificuldades matemáticas, o que reforça a ideia de que o erro, ao invés de ser temido, pode ser uma oportunidade de aprendizado colaborativo. Como Rita menciona, “eles iam melhorando cada vez mais a definição” à medida que dialogavam e corrigiam os erros dos colegas (Rita de Cássia Gomes Silva, NR, 2024). Nesse sentido, o erro deixou de ser visto como um obstáculo e passou a ser uma possibilidade de aperfeiçoamento conjunto, fomentando o desenvolvimento coletivo de definições e conceitos matemáticos.

De acordo com os licenciandos, o uso de atividades como os ‘ditados matemáticos’ foi fundamental para o diálogo colaborativo, pois exigiu dos alunos a elaboração conjunta de estratégias de resolução. Segundo Liriel, os alunos, ao trabalharem juntos no “Perdi o Bonde”, “conseguiram aprender a resolver e, também, a elaborar equações do primeiro grau” (Liriel Rosa Gomes, NR, 2024). Esse processo colaborativo os ajudou a se comunicarem de maneira mais eficaz, aumentando sua confiança e promovendo um ambiente de aprendizado mais inclusivo e participativo.

A análise de vídeos com erros intencionais contribuiu para que os estudantes desconstruíssem e reconstruíssem o raciocínio matemático. Lucas destaca que essa análise “ajudou a desenvolver a capacidade de identificar e corrigir equívocos de forma colaborativa” (Lucas Oliveira da Silva, NR, 2024). Ambos os relatos ilustram como o erro, ao ser trabalhado de forma crítica e coletiva, transforma-se em um meio de fortalecer o aprendizado e a coesão entre os alunos.

Nesse sentido, as atividades propostas contribuíram para a correção de equívocos, assim como estimularam uma reflexão sobre os processos matemáticos. Conforme pontuado por Khasawneh, Al-Barakat e Almahmoud (2023), a análise de erros melhora a qualidade da interação professor-aluno e aluno-aluno, promovendo uma cultura de pensamento crítico e investigativo. O erro, portanto, é transformado em um ponto de partida para o desenvolvimento de habilidades críticas e argumentativas, como sugerem Kontrová, Biba e Šusteková (2022) ao afirmarem que a análise de soluções corretas e incorretas contribui significativamente para o aprendizado.

Ao reconhecer o erro como uma possibilidade para o diálogo colaborativo, as práticas pedagógicas se tornam mais inclusivas e reflexivas, permitindo que todos os participantes do processo educacional cresçam juntos. Esse tipo de abordagem, ao estimular o diálogo e a co-construção do conhecimento, cria um ambiente de sala de aula mais democrático e participativo, como reforçado por Harmuch (2024), onde o conhecimento é construído coletivamente (p. 56). O erro, portanto, deixa de ser um sinal de fracasso e se torna uma ferramenta pedagógica para um aprendizado colaborativo, preparando os alunos para enfrentar desafios de maneira crítica e autônoma.

4.3 Erro como Possibilidade para a Construção de um Ambiente de Aprendizagem Inclusivo e Emancipatório

De acordo com Freire (1996), o processo educativo deve ser dialógico e participativo, o que significa que educandos e educadores aprendem juntos, em uma relação que valoriza o saber prévio dos alunos e o constrói coletivamente. O erro, quando analisado coletivamente, permite que todos os participantes se tornem protagonistas do processo de aprendizagem. Isso se alinha à concepção freiriana de que “ensinar não é transferir conhecimento” (Freire, 1996), mas criar condições para que o aluno construa o saber a partir de suas experiências e falhas. Nesse sentido, o erro é uma oportunidade para a reflexão crítica e para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, contribuindo com a construção de um ambiente inclusivo e emancipatório.

Os relatos dos licenciandos refletem como a inclusão do erro no processo de ensino propiciou um ambiente em que os alunos se sentiam seguros para errar e aprender nesse processo, promovendo uma aprendizagem ativa. Conforme Paula afirmou: “Com a tarefa de exemplos e contraexemplos, nós [professoras em formação] conseguimos promover igualdade de oportunidades, permitindo que todos os estudantes expressassem suas ideias” (Paula Cristina Barbosa, NR, 2024). Esse relato contribui para entender que o erro, ao ser trabalhado coletivamente contribui com o aprendizado e com a democratização do espaço educacional, porque cada aluno se sente valorizado e respeitado por suas contribuições, conforme Freire (1996) argumenta ao enfatizar a importância de respeitar os saberes dos educandos.

Os licenciandos enfatizaram que a análise de erros intencionais em vídeos favoreceu o desenvolvimento de uma postura crítica entre os alunos. Lucas Eduardo observou que: “A produção de vídeos com erros para análise pelos alunos contribui para refletir sobre as informações que nos chegam” (Lucas Eduardo Magalhães Ferreira, NR, 2024). Esta prática está em consonância com a visão de Freire (2011) de que o erro, em um ambiente dialógico, fomenta a criticidade e a reflexão autônoma. Para esse autor, a educação deve ser

problematizadora em que professor e alunos sejam capazes de refletir criticamente sobre suas ações e os conteúdos discutidos. O erro, portanto, ao invés de ser punido, torna-se uma ferramenta para o diálogo e para a construção coletiva do conhecimento.

Essa prática, segundo os licenciandos, fomentou a autonomia dos estudantes, estimulando-os a questionar suas próprias respostas e as dos colegas, o que reforçou um aprendizado colaborativo e reflexivo. Tal perspectiva está de acordo com a afirmação de Damasceno Júnior (2020, p. 1172), de que o uso dialético do erro contribui para uma aprendizagem mais significativa. Freire (1996) reforça essa ideia ao afirmar que o diálogo, mediado pela reflexão sobre os erros, possibilita o desenvolvimento de um ambiente em que os estudantes se sentem à vontade para participar ativamente e construir seu próprio conhecimento.

Para os licenciandos, a criação de um ambiente inclusivo depende diretamente da forma como o erro é tratado no processo educativo. As atividades desenvolvidas, como a análise de vídeos, a construção de conceitos por exemplos e contraexemplos e os ditados matemáticos, criaram um espaço em que todos os alunos, independentemente de suas habilidades prévias, puderam participar ativamente, promovendo um sentimento de valorização de suas contribuições. Essa valorização do erro também encontra eco nas palavras de Freire (2011), ao defender uma educação libertadora e, por isso mesmo, capaz de integrar os saberes de todos, reconhecendo as diferentes trajetórias de cada indivíduo, o que inclui seus erros. Por essa perspectiva, o erro é compreendido como uma condição humana, e ao reconhecê-lo como tal, o professor cria um espaço de respeito e inclusão.

Damasceno Júnior (2020, p. 1183) enfatiza que “o direito ao erro é necessário para se entender o processo do conhecimento” ecoando o pensamento de Freire (1996) de que o ensino deve criar possibilidades para o aluno experimentar e refletir sobre suas falhas sem medo de punição. O erro, nesse sentido, é visto como uma oportunidade de aprendizagem e não como um fracasso. Isso reforça a construção de um ambiente inclusivo e emancipatório, onde os alunos, em vez de serem reprimidos por seus erros, são encorajados a usá-los como pontos de partida para novas descobertas.

Nesse sentido, os licenciandos relataram que, ao promover discussões abertas sobre os erros, o professor contribuiu para a criação de um ambiente em que errar faz parte do processo de aprendizagem. Harmuch (2024, p. 27) observa que “ao utilizar o erro como uma ferramenta pedagógica, o professor cria um ambiente onde o erro é bem-vindo, e isso promove a inclusão de todos os alunos, independentemente de suas dificuldades”. Freire (1996) sugere ao educador agir com humildade e paciência, acolhendo os erros como parte do processo de ensino e aprendizagem, utilizando-os como uma oportunidade de diálogo. Assim, o erro torna-se uma ferramenta para a construção de um ambiente colaborativo e inclusivo, onde todos têm voz.

A criação de um clima de aceitação ao erro destacada por Dresel et al. (2024, p. 5) é importante para que estudantes se sintam à vontade para experimentar e desenvolver novas estratégias de resolução de problemas. Esse clima, de acordo com Freire (2011), é essencial para que os educandos possam desenvolver sua autonomia e confiança. O educador, ao criar um espaço seguro para o erro, está promovendo um ambiente de liberdade e responsabilidade com os alunos agindo ativamente no processo de aprendizagem. Portanto, o erro, longe de ser um elemento de exclusão ou punição, pode ser acolhido e refletido coletivamente, possibilitando que os alunos se apropriem do processo de ensino e aprendizagem, tornando-se sujeitos ativos e críticos em sua formação.

5 Algumas considerações

A pesquisa apresentada neste artigo investigou como os erros cometidos pelos alunos podem ser explorados para promover um ensino mais reflexivo e crítico na formação de professores de matemática. O estudo teve como principal objetivo compreender de que maneira o erro no processo de ensino e aprendizagem de matemática pode favorecer o estabelecimento de um diálogo entre os atores da sala de aula, conforme as teorias educacionais críticas de Paulo Freire. A metodologia adotada foi qualitativa, baseada em narrativas reflexivas de licenciandos participantes do Programa de Residência Pedagógica e estagiários da Universidade Estadual de Goiás. Essa metodologia permitiu uma investigação profunda e contextualizada sobre o papel do erro na promoção de um ambiente educativo dialógico e inclusivo.

A análise dos dados revelou como práticas pedagógicas que valorizam o erro podem ser utilizadas para fomentar a reflexão crítica, o diálogo entre professores e alunos, e a construção coletiva do conhecimento. Os principais resultados indicam que as atividades de análise e superação de erros, tais como a identificação e correção de equações de primeiro grau, promoveram a reflexão crítica entre os estudantes. As atividades de exemplos e contraexemplos permitiram que os alunos identificassem gradualmente as propriedades das equações e corrigissem suas definições iniciais. O ditado matemático ‘Perdi o Bonde’ incentivou a colaboração e o diálogo entre os alunos, enquanto a análise de vídeos contendo erros intencionais proporcionou uma rica experiência de reflexão crítica e desenvolvimento metacognitivo.

Teoricamente, este estudo contribui para a compreensão do papel do erro como uma possibilidade pedagógica para a promoção de uma educação reflexiva e crítica. Na prática, os resultados sugerem que professores de matemática podem integrar atividades que valorizam o erro e promovem o diálogo colaborativo, criando um ambiente educativo mais inclusivo e emancipatório. A metodologia adotada revelou-se eficaz para o desenvolvimento profissional dos futuros professores, ao incentivar uma análise aprofundada das vivências educacionais por meio de narrativas reflexivas. Essas narrativas, como ressaltadas por Nacarato e Moreira (2021), podem proporcionar uma compreensão mais crítica e significativa do processo de ensino e aprendizagem.

Cabe dizer que o estudo apresenta algumas limitações, como o tamanho da amostra e o contexto específico dos participantes. Essas limitações podem ter influenciado os resultados e as conclusões, sugerindo a necessidade de mais pesquisas em diferentes contextos educacionais e com uma amostra maior. Futuras pesquisas podem explorar a aplicação dessas atividades em outros níveis de ensino e contextos escolares. Caberia também investigar o impacto dessas práticas a longo prazo no desenvolvimento das competências pedagógicas dos professores e no desempenho dos alunos em matemática.

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nosso profundo agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) pelo apoio financeiro concedido por meio do Programa Residência Pedagógica, que visou o aperfeiçoamento da formação prática de estudantes de Licenciatura.

Referências

- Abbagnano, N. (2007). *Dicionário de filosofia* (5ª ed.). São Paulo, Brasil: Martins Fontes.
- Abay, J. R., & Clores, M. A. (2022). Beliefs, attitudes, and practices of high school teachers in

- handling students' errors: Implications for error-tolerant mathematics classrooms. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 6(2), 101–118.
- Alarcão, I. (2007). *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. São Paulo, Brasil: Cortez.
- Alrø, H., & Skovsmose, O. (2006). *Diálogo e aprendizagem em educação matemática* (O. de A. Figueiredo, Trad.). Belo Horizonte, Brasil: Autêntica. (Obra original publicada em 2002)
- Antão, A. C. O. (2019). *As potencialidades e limitações de um trabalho de tratamento pedagógico dos erros matemáticos no 9º ano de uma escola pública de MG* [Dissertação de mestrado não publicada]. Universidade Federal de Ouro Preto.
- Aquino, J. G. (1997). *Erro e fracasso na escola: Alternativas teóricas e práticas*. Summus.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Boni, V., & Quaresma, S. J. (2005). Aprendendo a entrevistar: Como fazer entrevistas em ciências sociais. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*, 2, 68–80.
- Campos, M. J. F. de. (2019). *Filmar, assistir e problematizar: Contribuições para a aprendizagem da matemática* [Dissertação de mestrado não publicada]. Universidade Federal do Paraná.
- Cury, H. N. (2021). *Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos* (3ª ed.). Autêntica.
- Damasceno Júnior, J. A. (2020). O papel do erro no processo de ensino e aprendizagem de ciências e matemática: Contributos da neurociência. *Revista Prática Docente*, 5(2), 1171–1190.
- Dewey, J. (1979). *Experiência e educação*. Editora Nacional.
- Dresel, M., Daumiller, M., Spear, J., Janke, S., Dickhäuser, O., & Steuer, G. (2024). Learning from errors in mathematics classrooms: Development over 2 years in dependence of perceived error climate. *British Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/bjep.12697>
- Freire, P. (1969). *Extensão ou comunicação?* (5ª ed.). Paz e Terra.
- Freire, P. (1979). *Conscientização: teoria e prática da libertação* (3ª ed.). Moraes.
- Freire, P. (1982). *A importância do ato de ler em três artigos que se completam* (23ª ed.). Cortez.
- Freire, P. (1992). *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido* (5ª ed.). Paz e Terra.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* (43ª ed.). Paz e Terra.
- Freire, P. (2011). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra. (Obra original publicada em 1970)
- Freitas, M. T. M., & Fiorentini, D. (2008). Desafios e potencialidades da escrita na formação docente em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, 13(37), 133–148.
- Harmuch, D. (2022). *Uma proposta de ações didáticas frente ao erro na perspectiva da Educação Matemática Realística* [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Londrina].
- Hurtado, A. D. P. (2021). *¿Qué matemática acontece en el aula de cálculo diferencial? Error*

- y producción matemática [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora].
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (2023). *Censo Escolar da Educação Básica 2022: Resumo Técnico*.
- Khasawneh, A. A., Al-Barakat, A. A., & Almahmoud, S. A. (2023). The impact of mathematics learning environment supported by error-analysis activities on classroom interaction. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(2), Article em2227.
- Kontrová, L., Biba, V., & Šusteková, D. (2022). Teaching and exploring mathematics through the analysis of students' errors in solving mathematical problems. *European Journal of Contemporary Education*, 11(1), 190–205.
- Libâneo, J. C. (2017). *Didática*. Cortez.
- Marques, E. C. (2019). *Ensino das operações aritméticas básicas: Uma proposta didática orientada pela sequência Fedathi* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido].
- Nacarato, A. M., & Moreira, K. G. (2022). A formação compartilhada do futuro professor que ensinará matemática: Contrapontos à BNC-formação. *Revista de Educação Matemática*, 19 (Edição Especial).
- Nwoke, B. I., Duru, D. C., Ahanotu, C., & Ifediba, C. P. (2024). Analyzing errors pattern in mathematics achievement among senior secondary school students: A case study. *Journal of Instructional Mathematics*, 5(1), 24–33.
- Pérez Gómez, Á. I. (2015). *Educação na era digital: A escola educativa* (M. Guedes, Trad.). Editora Penso.
- Pires, L. A. R., & Oliveira, V. C. A. (2024). Repensando o erro em sala de aula: Uma abordagem reflexiva. *Revista Territorium Terram*, 7(Esp. 1), 267–278.
- Rogers, C. R. (1977). *Liberdade para aprender* (E. G. da Mata Machado & M. P. de Andrade, Trans.; 4ª ed.). Interlivros. (Obra original publicada em 1969)
- Santos Júnior, J. F. dos. (2020). *A análise didática de erros: Um estudo com equações do segundo grau* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual da Paraíba].
- Silva, D. F., & Romão, E. C. (2022). O erro no processo de ensino e aprendizagem de matemática: Análises e potencialidades no conjunto dos números inteiros. *Revista Tangram*, 5(1), 162–184.
- Skovsmose, O. (2000). Cenários para investigação. *Boletim de Educação Matemática*.
- Skovsmose, O. (2006). *Educação crítica: Incerteza, matemática, responsabilidade* (M. A. V. Bicudo, Trad.). Cortez. (Obra original publicada em 1994)
- Souza, J. (2019). *A elite do atraso: Da escravidão a Bolsonaro* (Edição revista e ampliada). Estação Brasil.
- Xu, Y. (2023). The importance of “sorting out wrong questions” in high school mathematics learning. *The Educational Review, USA*, 7(10), 1605–1609.