



O ESTUDO DO ERRO: CONTRIBUTOS PARA O TRABALHO DOCENTE DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

The study of error: contributions to the teaching work of the mathematics teacher

Rosineide de Sousa JUCÁ

Universidade do Estado do Pará, Belém, Brasil

rosejuca@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1386-3388>

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo ●

RESUMO

Neste trabalho, apresentamos uma discussão sobre o estudo do erro de forma a contribuir para o trabalho do professor de matemática e, para tal, investigamos as concepções, saberes e práticas dos professores em relação aos erros dos alunos. A importância de discutir sobre os erros dos alunos e de dar um tratamento pedagógico a eles já foi alvo de muitos estudos na área da Educação matemática, assim para a realização dessa pesquisa fizemos um levantamento bibliográfico dos estudos que discorrem sobre o erro e principalmente daqueles que discutem esse tema na formação docente. O caminho metodológico é o da pesquisa descritiva que nos possibilitou realizar uma consulta por meio de um questionário que foi aplicado a 73 professores de matemática que atuam na Educação básica na Cidade de Belém do Pará e que participaram de um curso de formação continuada. Os resultados apontaram que os professores participantes dessa pesquisa, mostraram que têm clareza da utilização do erro tanto como indicador do processo aprendizagem, como das suas práticas pedagógicas. E que o estudo do erro é importante para melhorar as escolhas metodológicas, assim como para ajudar os alunos na identificação, reflexão e superação dos erros.

Palavras-chave: Educação matemática, Prática docente, Análise de erros, Matemática

ABSTRACT

In this work, we present a discussion on the study of error to contribute to the work of the mathematics teacher and, for that, we investigate the conceptions, knowledge, and practices of teachers in relation to students' errors. The importance of discussing about students' mistakes and giving them a pedagogical treatment has already been the subject of many studies in Mathematics Education, so for the accomplishment of this research we did a bibliographic survey of studies that discuss the error and especially those that discuss this topic in teacher training. The methodological path is the descriptive research that allowed us to carry out a consultation through a questionnaire that was applied to 73 mathematics teachers who work in basic education in the city of Belém do Pará and who participated in a continuing education course. The results showed that the teachers participating in this research showed that they are clear about the use of error both as an indicator of the learning process and of their pedagogical practices. And that the study of error is important to improve methodological choices, as well as to help students in the identification, reflection and overcoming of errors.

Keywords: Mathematics education, Teaching practice, Error analysis, Math

1 INTRODUÇÃO

No processo de construção do conhecimento científico, o erro aparece como algo positivo capaz de produzir reflexões e levar a descobertas de novos conhecimentos. Para Bachelard (1996), o erro é a mola propulsora do conhecimento e, ao longo da história, não pode ser avaliado em termos de acúmulos, mas de rupturas, de retificações, num processo dialético em que o conhecimento científico é construído por meio da constante análise dos erros anteriores.

Nessa perspectiva, o erro também teve um papel primordial na produção do conhecimento matemático, segundo Borasi (1987) na construção desse conhecimento houve muitos erros que levaram a descoberta de novos conhecimentos matemáticos, a autora cita a criação do matemático italiano Giovanni Saccheri (1667-1733) de uma geometria não euclidiana, gerada por uma tentativa malsucedida de "provar" o postulado de retas paralelas. Assim, na construção do conhecimento científico e matemático, o erro teve um papel importante que permitiu avanços na construção de novos conhecimentos.

No contexto escolar, no entanto o erro possui um significado diferente, geralmente negativo, pois o que se observa é que no processo avaliativo o erro é muitas vezes encarado como fracasso do aluno ou falta de conhecimento e, por isso, deve ser evitado e eliminado e, conseqüentemente, não é valorizado e nem levado em consideração no processo de ensino e aprendizagem em matemática. Engler *et al.* (2004), colocam que os erros são uma preocupação constante para o professor, já que na construção do conhecimento matemático, os erros aparecem sistematicamente, assim esse processo de avaliação deve incluir critérios de diagnósticos, correções e superações, mediante atividades que promovam nos alunos o exercício da crítica sobre as próprias produções.

Neste sentido é importante não ignorar e nem desprezar os erros cometidos pelos alunos, mas buscar neles um caminho para a construção do conhecimento e para a reflexão e a transformação do trabalho docente. Pois pela análise dos erros dos alunos podemos ter informações de como está sendo desenvolvido o processo de aprendizagem e avaliar as práticas docentes utilizadas pelos professores.

No entanto, para que o erro seja visto como algo que contribui para o processo de ensino e aprendizagem é preciso que haja mudanças nas concepções dos professores e principalmente dos futuros professores sobre o erro do aluno, e para que isso aconteça é necessário que sejam oportunizadas discussões, nos cursos de formação inicial ou continuada, sobre a importância do erro no processo de ensino, aprendizagem e

avaliação em matemática, para que os professores possam, a partir dos erros dos alunos, conduzir um processo de ensino que visem à construção do conhecimento matemático de forma significativa, e que também permita um processo de avaliação formativo e não punitivo, no qual o erro seja visto como um caminho de aprendizagem e não como algo que precisa ser evitado e punido.

Nesse sentido, esta pesquisa se justifica pela necessidade em conhecer as concepções, saberes e práticas dos professores de matemática em relação aos erros dos alunos. Assim o objetivo deste trabalho é investigar as concepções, os saberes e as práticas dos professores de matemática, que atuam na educação básica, acerca dos erros dos alunos. Para contemplar tal objetivo aplicamos um questionário aos professores de matemática que participaram de um curso de formação continuada.

2 ANÁLISE DE ERROS E O TRABALHO DOCENTE

As discussões referentes ao estudo do erro em matemática possuem uma vasta literatura, que foi sendo desenvolvida ao longo dos anos. Destacamos os estudos de Radatz (1979), Borasi (1987, 1989), Rico (1995), Pinto (2000), Engler *et al.* (2004), Astolfi (1999), Cury (2007, 2013), Del Puerto, Minnaard & Seminara (2004), Castañeda (2016), Agoiz (2019) e de De La Torre (2007), este, apesar de não ser um estudo específico dos erros em matemática, traz contribuições importantes em relação ao erro e o trabalho docente relacionados à matemática.

Esses estudos ressaltam a importância da análise de erros no processo educacional e os benefícios que pode resultar para os alunos e professores visto que, a análise de erros permite ao professor uma reflexão de suas práticas pedagógicas, e se estão favorecendo a aprendizagem, e para os alunos os erros podem oportunizar uma reflexão sobre suas respostas errôneas, e avançar construção do novo conhecimento.

Os estudos de De La Torre (2007) e Pinto (2000), apontam o papel do erro ao longo do tempo, em que assumiu diversas funções em diferentes concepções psicológicas: como a behaviorista, a cognitivista e a sociocognitivas da aprendizagem.

Na concepção Behaviorista, os erros são vistos como fracasso e devem ser evitados a qualquer custo; na piagetiana, os erros são produzidos como resultado dos conflitos cognitivos que os sujeitos vivem no esforço para se adaptarem a novas situações; e na perspectiva construtivista da teoria dos campos conceituais, os erros são

frutos de uma construção conceitual insuficiente, e da teoria das situações didáticas, os erros são frutos dos obstáculos de aprendizagem.

O erro não é somente o efeito da ignorância, da incerteza, do azar como acreditam as teorias behavioristas e empiristas da aprendizagem, mas efeito de um conhecimento anterior, que mobilizava seu interesse, seu sucesso, mas que agora se revela falso ou simplesmente inadequado. Os erros desse tipo não são vagos ou imprevisíveis, mas se constituem em obstáculos. (Brousseau, 2004, p. 119)

Brousseau (2004), apoiado nas ideias dos obstáculos epistemológicos das ciências definido por Bachelard (1996), expande esses obstáculos para a aprendizagem em matemática e determina três obstáculos: os didáticos, os epistemológicos e os ontogenéticos. Assim, o autor coloca que um obstáculo se torna visível pelos erros, mas tais erros não se devem ao acaso, pois são fugazes, erráticos, reproduzíveis e persistentes

Os erros produzidos pelo mesmo sujeito são interligados por uma fonte comum: uma forma de saber, uma concepção característica, coerente se não correta, um “conhecer” anterior que tem sido bem-sucedido ao longo de um domínio-ação. Tais erros não são necessariamente explicáveis. O que acontece é que não desaparecem de uma vez; eles resistem, persistem e, então, reaparecem. (Brousseau, 2004, p. 121)

Também Del Puerto, Minnaard e Seminara (2004) colocam que os erros cometidos pelos alunos em matemática são uma manifestação das dificuldades e obstáculos de aprendizagem, e que é necessário detectar e analisar os mesmos, e sua utilização positiva é uma fonte de realimentação do processo educativo; assim, a investigação das causas que geram os erros produzidos pelos alunos, pode elucidar o motivo deles ocorrerem, pois em alguns casos conhecimentos já aprendidos ou construídos de forma errônea, pelos alunos, podem ser as fontes geradoras dos erros.

Para Astolfi (1999), nos modelos construtivistas, os erros não são considerados falta condenáveis, são sintomas dos obstáculos expostos pelo pensamento dos alunos. Assim, os erros adquirem um novo status: o de indicador e sinalizador dos processos intelectuais postos em jogo; nessa mesma direção, Rico (1995) considera os erros e as dificuldades como organizadores para a aprendizagem, pois fazem parte das produções dos alunos durante a aprendizagem da matemática, e constituem dados objetivos que encontramos permanentemente durante todo o processo educacional.

De La Torre (2007) pondera que o conceito de erro não é algo unívoco, como se poderia pensar à primeira vista, posto que em torno dos erros já foram adotados diversos enfoques e propostas alternativas conceituais.

Entre os enfoques, vem se considerando o erro como algo punível ou como defeito a ser evitado, como sinal de progresso e como processo interativo. No que diz respeito aos conceitos ou às acepções, pode-se tomar no sentido de: falta de verdade, de incorreção ou equívoco, de desajuste conceitual ou de execução das tarefas, como sensor de problemas. (De LA Torre, 2007, p. 58)

Assim, o erro concebido na dimensão construtivista, configura-se como oportunidade para o professor guiar seu planejamento, oferecendo subsídios importantes para a identificação dos processos subjacentes à construção conceitual (Pinto, 2000); além disso, serviria também para redirecionar a prática avaliativa, uma vez que dentro de um processo avaliativo formativo, o erro é um elemento que sinaliza como está sendo desenvolvido o processo de aprendizagem, além de oportunizar ao aluno uma autoavaliação da aprendizagem e, ao professor, uma autoavaliação de suas práticas metodológicas.

Sendo o erro algo positivo para o processo de aprendizagem, é importante envolver os alunos nesse caminho de analisar os erros e aprender com eles; nesse sentido, Borasi (1989) chama a atenção para uma interpretação de erros como ferramentas de diagnóstico e remediação, utilizada apenas por professores ou pesquisadores, e não para os próprios alunos, que não estão envolvidos na atividade criativa de analisar erros. Devido a isso, o escopo da análise de erros se focalizou em eliminar o erro e não em analisá-lo.

Em relação ao tratamento dado ao erro, Brousseau (2004) explica que uma situação típica do erro é aquela em que o aluno dá uma resposta incorreta, mas não sabe, e isso ocorre porque ele não possui o conhecimento necessário, ou porque a situação real não permite que ele veja os efeitos de sua decisão, principalmente porque a relação com a situação é fictícia, o sujeito pode "ver" apenas o que ele imagina.

Nas situações que os alunos não conseguem compreender os erros que cometem, a responsabilidade de revelar e o tratamento que será dado ao erro recai sobre o professor, e ele pode fazer isso de diversas maneiras: criticar a resposta, ignorar, punir, recusar, fazer uma pergunta, lançar uma sugestão, opor-se a outra resposta, denunciar o erro, ou provar implicitamente o erro, mas é também o professor quem propõe os meios para evitar o erro no futuro, a forma como o professor vai reagir frente ao erro do aluno é que vai garantir a superação ou não desse erro.

Nesse sentido, a identificação dos tipos de erros cometidos em matemática é importante para direcionar a prática docente, pois é pelo conhecimento de tais erros que o professor pode tomar decisões para tratá-lo. Os estudos de Radatz (1979), Borasi (1987,

1989), Rico (1995), Engler *et al.* (2004) e de Agoiz (2019) apresentam uma taxonomia para os erros dos alunos com o intuito de ajudar os professores a compreenderem os erros e a buscarem alternativas metodológicas para ajudá-los a superá-los.

Dentro da taxonomia exposta pelos autores, destacamos os erros de: linguagem matemática, de inversão binária, do uso incorreto de dados, de teoremas, definições e propriedades empregadas incorretamente, da aplicação incorreta das operações algébricas, erros na construção de procedimentos e conceitos prévios, erros devido à obtenção de informações espaciais, erros devido à rigidez de pensamento ou a associações incorretas, erros na verificação dos resultados parcial e total de um problema, erros lógicos e técnicos, erros devido ao processo adotado, dentre outros. Engler *et al.* (2004, p. 30) colocam que “os erros são fontes inesgotáveis de conhecimento que podemos explorar para aprofundar o pensamento matemático; para tanto, devemos entender sua problemática e não os rejeitar e atentar que os mesmos se constituem em um elemento motivador importante”.

Engler *et al.* (2004, p.31) também destacam algumas recomendações importantes de prevenção que tem a ver com a complexidade dos objetos matemáticos e, em particular, com os estágios de desenvolvimento que ocorrem nos sistemas de representação cognitiva; os autores colocam que os professores devem trabalhar em conceitos e processos matemáticos respeitando os estágios de desenvolvimento que ocorrem nos sistemas de representação cognitiva; e que procurem garantir que os objetos matemáticos do antigo sistema de signos não apresentem dificuldades; além do que não precipitem o aprendizado de um novo objeto; e que evitem complexidade desnecessária de sinais matemáticos e garantam que os diferentes significados de um objeto matemático sejam claramente diferenciados. Esses pontos destacados servem para direcionar a prática docente no ensino da matemática com o propósito de evitar as dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos e conseqüentemente a produção dos erros.

Borasi (1989) ao falar sobre a taxonomia dos erros mostra as implicações pedagógicas do uso de erros como trampolins para a aprendizagem dos alunos em situação de investigação.

- ✓ O estudo e a análise de erros podem oferecer oportunidades para envolver os alunos ativamente em atividades matemáticas valiosas e criativas;

- ✓ Os erros podem motivar a curiosidade e a atenção dos alunos, porque um erro mostra um contraste com o inicialmente esperado, ou pode apresentar a possibilidade de novas alternativas;
- ✓ Uma análise de erros pode ajudar os alunos a entender melhor o conteúdo matemático, identificando e esclarecendo conceitos errôneos, destacando novos aspectos e descobrindo elementos inesperados;
- ✓ A análise dos erros pode tornar mais concreta e, portanto, acessível aos alunos, a discussão de questões mais abstratas;
- ✓ Os erros podem convidar os alunos a gerar novas perguntas e problemas envolvendo-os na solução de problemas;
- ✓ O erro pode ajudar os alunos a perceber algumas limitações inerentes à matemática e, assim, ajudá-los a apreciar alguns dos aspectos mais humanísticos da disciplina;
- ✓ A experiência de prestar atenção e trabalhar com erros pode tornar os alunos mais cautelosos em suas atividades matemáticas e mais independentes da autoridade para a verificação de seu trabalho.

Para Agoiz (2019), é preciso investigar a natureza dos processos que estão na origem dos erros dos alunos, a fim de explicar as causas e agir de acordo. Devemos, portanto, entender o erro como uma fonte de informação que nos permite, posteriormente, elaborar estratégias e procedimentos didáticos que permitam a correção e superação e dos erros detectados.

Castañeda (2016), desenvolveu um estudo com um grupo de professores para conhecer como lidam com os erros dos alunos e quais estratégias utilizam que os ajudem no processo de aprendizagem; seu estudo forneceu implicações pedagógicas para os professores, como estratégias que possibilitam muitos benefícios no uso de erros, como: a promoção de habilidades para resolver problemas, pensamento criativo e aumento da atividade cerebral para alunos com mentalidade em crescimento. A análise das estratégias também indica uma progressão entre as mesmas; além disso, as estratégias podem ser usadas para diferentes fins, com diferentes maneiras de execução, de acordo com a resposta do professor.

Neste contexto, tendo em vista a importância da análise de erros no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, os cursos, de formação inicial ou continuada, deveriam promover discussões aos futuros professores e professores para que haja uma mudança de postura e desconstrução de ideias pré-formadas sobre os erros dos alunos, além de

permitir uma reflexão de suas práticas, pois “Efetivamente se os futuros professores têm concepções negativas sobre o erro, se não aceitam sua ocorrência, como poderão ajudar seus alunos a superar o sentimento negativo em relação ao erro?” (Cury, 2007, p. 93).

Uma possível resposta a essa pergunta é promover discussões na formação inicial que levem os futuros professores a repensar o papel do erro no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, promovendo atividades que levem esses futuros professores a refletir, identificar e investigar as causas dos erros e a pensar em alternativas metodológicas que ajudem os alunos da educação básica na superação desses erros.

Os erros cometidos pelos alunos são bons exemplos das dificuldades que os futuros docentes vão enfrentar, mas também os erros cometidos por eles próprios são importantes, porque mostram quais aspectos dos conteúdos não foram bem compreendidos durante seus cursos de formação, inicial ou continuada. (Cury, 2013, p. 550)

Cury (2013) propõem que a análise de erros não seja discutida apenas nas disciplinas pedagógicas, mas também nas disciplinas de matemática (cálculo, teoria dos números, geometria etc.), no entanto, é preciso que os formadores dos professores em formação inicial ou continuada que atuam nas Instituições de nível superior tenham conhecimentos para promover e conduzir tais discussões. Neste sentido, fica claro que a análise de erros deve ser foco não somente dos professores da educação básica, mas também dos formadores de professores, pois se o processo de formação, seja inicial ou continuada, não oportuniza tais discussões, como esperar que os professores desenvolvam tais competências e atitudes sozinhos?

Para Imbernón (2011, p. 41) “o processo de formação deve dotar os professores de conhecimentos, habilidades e atitudes para desenvolver profissionais reflexivos ou investigadores”. Assim, o processo de formação, seja inicial ou continuada, precisa provocar uma reflexão no professor para que ele sinta necessidade de mudança nas suas práticas e buscar na formação uma das alternativas para essa mudança.

3 A METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia aqui utilizada foi a pesquisa descritiva, que segundo Rudio (2007), tem como objetivo descobrir e observar fenômenos, tentando descrever, classificar e interpretá-los sem interferir nos fatos observados, além do que, a pesquisa descritiva descreve as características de determinadas populações ou fenômenos. Para Gil (2008)

uma de suas peculiaridades está utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Assim para a realização desta pesquisa, elaboramos e aplicamos um questionário em 2019 a 73 professores de matemática que atuam na Educação básica da cidade de Belém do Pará e que participaram de um curso de formação continuada no Centro de Formação dos Profissionais da Educação do Estado do Pará. O questionário aplicado era constituído de questões abertas e fechadas relacionadas aos saberes e práticas dos professores frente aos erros dos alunos. A primeira parte do questionário tinha o objetivo de caracterizar o professor, e tinha perguntas sobre o gênero, idade, tempo de serviço, tipo de escola que atuam e sua formação acadêmica. A segunda parte do questionário tinha perguntas referentes as concepções, saberes e práticas dos professores sobre o erro.

4 ANÁLISE DE ERROS NOS SABERES E PRÁTICAS DOCENTE

Com intuito de conhecer as concepções, saberes e práticas dos professores sobre os erros dos alunos aplicamos um questionário a 73 professores de matemática que atuam na Educação básica.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

A primeira parte do questionário foi constituída de perguntas com intuito de caracterizar os participantes da pesquisa. Dos 73 professores consultados, 20 são mulheres e 53 são homens. O quadro 1 apresenta a categorização dos professores referentes a tempo de serviço, faixa etária, formação acadêmica e etapa de ensino que atuam.

Quadro 1: Categorização dos participantes

Faixa etária		Tempo de serviço (anos)		Formação Acadêmica		Etapa de ensino	
20 - 30	33	Menos de 10	28	Graduação	26	Ensino Fundamental	17
31- 40	30	11 – 20	20	Especialização	31	Ensino Médio	30
Mais de 40	10	21 - 30	20	Mestrado	16	Ensino fundamental/médio	26
		31 – 40	05	Doutorado	0		

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que os professores da Educação básica são relativamente mais jovens com predominância da faixa etária de 20 a 30 anos. O tempo de serviço apontou que a maior parte dos professores possui menos de 10 anos de serviço. Sobre a formação dos professores, a maior parte possui especialização, mostrando que os professores buscaram uma continuidade de seus estudos. Sobre a instituição que os professores atuam, temos que 34% atuam na rede privada e 46% na rede pública de ensino (Estadual, Municipal, Federal).

4.2 CONCEPÇÕES, SABERES E PRÁTICAS DOS PROFESSORES SOBRE OS ERROS DOS ALUNOS

As perguntas de 1 a 3 do questionário tinham por objetivo conhecer se na formação dos professores eles estudaram sobre análise de erros e qual a importância desse tema para eles. O quadro 2 mostra o quantitativo de respostas.

Quadro 2: Conhecimentos sobre análise de erros

Conhecimento sobre análise de erros	Respostas	
	Sim	Não
1. Você cursou alguma disciplina (na graduação ou pós), que discutisse o estudo do erro em Matemática?	39	34
2. Você já leu algum material (artigos, teses, livro, etc.) sobre a análise de erros em matemática?	42	31
3. Na sua opinião, é importante para o professor de matemática estudar sobre análise do erro?	72	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Pelo total de respostas dadas observamos que uma parte dos professores na sua formação inicial ou continuada tiveram disciplinas que promoveram discussão sobre a análise de erros, no entanto, os professores que são mais jovens e com e menos tempo de serviço foram os que tiveram tanto na formação inicial quanto na continuada discussões sobre análise de erros e que leram material sobre o tema, e isso influenciou nas respostas dadas nas demais perguntas do questionário, pois apresentaram conhecimento sobre o tema e suas respostas foram mais coerentes e completas.

Sobre as disciplinas que cursaram que oportunizaram uma discussão sobre o estudo dos erros, os professores citaram as disciplinas de: Fundamentos da avaliação da

aprendizagem em matemática, Didática geral, Psicologia da educação, Ensino de matemática, cálculo numérico e análise real.

Em relação à importância do estudo do erro nos cursos de formação, 99% dos professores afirmaram que acham importante esse estudo, apenas 1 professor deu uma resposta negativa. Selecionamos algumas das respostas dadas:

É importante porque ajuda o professor a criar condições para melhor organizar o ensino. (Professor 1).

Os erros podem ser fontes importantes de discussão acerca da compreensão do aluno sobre o assunto. (Professor 2).

Serve para o professor conhecer melhor a sua turma. (Professor 3).

Para ele compreender a possibilidade de aproveitamento da resposta do aluno para desenvolver sua metodologia de ensino. (Professor 4).

Pois nele você poderá a presença de alguns obstáculos didáticos. (Professor 5).

Sim, vejo o erro como possibilidades positivas para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. (Professor 6).

Sim, o erro pode estar ligado a diversos fatores. Daí a importância de se compreender a existência de determinados erros. (Professor 7).

Para buscar entender como o estudante raciocina. (Professor 8)

Os erros revelam as aprendizagens ou não aprendizagem em desenvolvimento. Podem fornecer dados importantes de historicidade do processo para modelar novas intervenções. (Professor 9).

Observamos que os professores percebem a análise de erros como uma possibilidade de melhorar as estratégias didáticas e as avaliações em matemática, assim como um meio de conhecer as dificuldades dos alunos e seus processos de aprendizagens. É importante que os professores tenham essa visão do aspecto positivo do erro no processo de ensino, aprendizagem e avaliação da matemática para que possam repensar seu trabalho docente.

No entanto, isso só será possível se os cursos de formação inicial e continuada oportunizarem tais reflexões aos professores e, para isso, os professores formadores precisam também ter uma visão construtiva do erro em seu trabalho docente, pois não basta teorizar sobre a importância do erro na aprendizagem é importante que essa teoria faça parte da prática do professor do ensino superior para que os futuros professores possam ver nas ações dos seus professores formadores uma forma diferenciada de lidar com os erros dos seus futuros alunos.

Concordamos com Cury (2013), quando coloca que devemos pensar em como aproveitar o estudo dos erros para a formação do professor de Matemática, assim, discutir erros, buscar estratégias para superá-los e planejar atividades em que esses erros possam se tornar observáveis, são ações que devem fazer parte da formação do

professor de matemática, pois qualifica o saber docente, tanto em conteúdo como em metodologias de ensino.

Na quarta pergunta tínhamos interesse em conhecer como os professores lidam com os erros dos alunos.

4. Como você lida com os erros dos alunos em suas aulas e avaliações em matemática?

As respostas dadas indicaram que os professores utilizam o erro para reformular as questões que usam nos seus instrumentos de avaliação, como ferramenta de aprendizagem, para planejar intervenções didáticas, identificar as necessidades dos alunos, compreender o motivo do erro do aluno e o processo de construção do conhecimento, analisar sua prática, para observar a aprendizagem dos alunos nos conteúdos matemáticos e na revisão deles. Destacamos algumas respostas dos professores:

Comento os erros e faço intervenções. (Professor 1)

Procuro identificar os erros, observar e comentar o que pode ter causado o erro, além de dar orientações para que não ocorra mais. (Professor 2).

Procuro sempre ajudar e tentar contornar a situação do aluno. Converso com o aluno, auxilio e busco compreender por que ele errou e tento melhorar cada vez mais para que o aluno venha aprender. (Professor 3).

Lido de um jeito positivo, pois vejo onde estes estão mais errando. Busco aperfeiçoar mais os ensinamentos, para que eles não comentam o mesmo erro. (Professor 4).

Procuro mostrar o processo que o levou a errar. (Professor 5).

Após as avaliações os erros são analisados para serem trabalhados em aulas posteriores (Professor 7).

Busco entender se o aluno errou por falta de compreensão total do assunto ou de coisas específicas. (Professor 8).

Costumo destacar os erros mais comuns e fazer revisões. (Professor 9).

Percebemos que os professores consultados utilizam o erro para promover a sua reflexão, compreensão e uma retomada dos assuntos trabalhados, outros colocam que destacam o erro e realizam mais exercícios para que os alunos possam superá-lo. Não identificamos nas respostas dos professores uma atitude que promova uma ação de reflexão e de investigação do erro por parte dos alunos, em todas as respostas a identificação e correção do erro fica a cargo do professor, que aponta, corrige e comenta o erro do aluno. Para Engler *et al.* (2004), é interessante tomar como ponto de partida os erros dos alunos e nos perguntar como o ensino deve ser planejado para diagnosticar e depois eliminar esses erros. Devemos motivar os alunos para uma postura de refletir sobre seus conceitos errôneos e, refletindo por si mesmos, orientar-se para conceitos mais amplos e corretos.

A forma como o professor lida com os erros dos alunos em atividades avaliativas, seja uma prova ou em uma tarefa matemática (exercícios, problemas etc.) é importante para compreender como corrige, qualifica e orienta as atividades para que os alunos possam superar os erros. Para Castañeda (2016), os pontos de vista dos professores podem influenciar na criação de um ambiente de sala de aula em que os alunos se sintam seguros para correr riscos e cometer erros; assim, atitudes positivas dos professores frente ao erro podem promover o aprendizado e influenciar a maneira como os alunos se sentem ao cometer erros. Um ambiente de aprendizagem, no qual os alunos saibam que seus erros não serão punidos, mas comentados e corrigidos de forma acolhedora, faz toda a diferença na relação dos alunos com seus erros.

De La Torre (2007, p. 186) coloca que “a avaliação é um ato simbólico, interpretativo, guiado pela significação do que se atribui aos acertos e aos erros; somente será um ato mecânico em caso de correção de uma prova objetiva com gabarito”. Um processo avaliativo formativo leva em consideração o tipo dos erros que os alunos cometeram e os processos de construção que levam aos erros, essa percepção dos erros dos alunos somente se dá por uma correção formativa e orientadora.

De forma geral, é comum nas avaliações de matemática uma predominância da nota numérica sobre a verbal, a qualificadora sobre a orientadora; é preciso que os professores apontem para os alunos seus erros e os façam refletir sobre eles. Pois apenas apontar a resposta da questão como certa ou errada, sem levar a identificação do erro e um possível comentário e reflexão sobre ele, não ajudará o aluno a superá-lo. Para De La Torre (2007, p. 49) o erro não é uma meta que se deva perseguir, mas tão pouco um resultado que se tenha de condenar sem antes examinar seu processo, deve ser entendido à luz dos processos cognitivos e do desenvolvimento do pensamento humano”.

Na quinta pergunta tínhamos interesse em conhecer a concepção dos professores sobre as causas do erro. Para isso apontamos três prováveis causas, sendo que os professores poderiam escolher mais de uma:

5. Na sua opinião, quais as possíveis causas que podem levar o aluno ao erro?
- (a) a falta de compreensão dos conteúdos matemáticos;
 - (b) a escolha pedagógica dos professores;
 - (c) desinteresse dos alunos.
 - (d) outras, quais?

Nas respostas dadas, a falta de compreensão dos conteúdos matemáticos foi apontada por 60 professores, a escolha pedagógica do professor foi apontada por 36 professores e o desinteresse do aluno foi apontado por 38 professores; além dessas causas outras foram apontadas pelos professores como falta de conhecimentos prévios, falta de atenção dos alunos e questões relacionadas ao processo cognitivo dos alunos.

Para Agoiz (2019, p. 138), os erros em matemática são consequência de um processo complexo de ensino e aprendizagem, donde intervêm muitas variáveis: professor, aluno, currículo, contexto sociocultural, portanto, os estudos sobre os erros e seu tratamento falam que se deve considerar também o contexto real no qual os erros acontecem.

Na sexta pergunta tínhamos interesse em conhecer a concepção dos professores sobre o erro dos alunos.

6. Na sua opinião, o que os erros dos alunos em matemática podem indicar para o professor?

Selecionamos, algumas das respostas dos professores e que de forma geral representam as demais que foram dadas.

Podem indicar o nível de aprendizagem do aluno na disciplina, no caso, o que ele precisa melhorar. (Professor 1).

Que não ocorreu o aprendizado de forma eficaz e/ou que ele não soube aplicar. (Professor 2).

Os erros dos alunos indicam que tenho que melhorar e inovar minhas práticas pedagógicas, assim como trabalhar a particularidade de cada aluno. (Professor 3).

Em partes a falta de conhecimento prévios, o não entendimento do assunto e por último a ausência de raciocínio no desenvolver problemas. (Professor 4).

O não entendimento dos conteúdos ministrado de forma integral e parcial. (Professor 5)

Uma estratégia diferenciada de metodologia. (Professor 6).

Os erros mostram como e se o aluno assimilou o conceito trabalhado, conseqüentemente faz o professor refletir sobre a metodologia aplicar e traçar novas estratégias para alcançar os alunos que estão com dificuldades. (Professor 7).

O erro é capaz de alertar ao docente que o aluno precisa de uma atenção maior e não o colocar de modo negativo. (Professor 8).

Errar possibilita investigar o estudo de novos saberes o que contribui para a construção de um novo conhecimento. (Professor 9).

Vejo no erro possibilidades de criar estratégias para o ensino de matemática. (Professor 10).

A maior parte dos professores coloca que o erro indica a falta de aprendizagem dos conteúdos e suas dificuldades, mas também apontam para uma reflexão de sua prática pedagógica. Na colocação de Cury (2007, p. 80) “o erro se constitui como um conhecimento, é um saber que o aluno possui, construído de alguma forma e, é necessário elaborar intervenções didáticas que desestabilizem as certezas levando o estudante a um questionamento sobre as suas respostas”.

Para De La Torre (2007) os diferentes enfoques do erro e suas consequências na aprendizagem escolar, varia de acordo com a concepção que o professor dá ao erro do aluno, pois podem considerar o erro como um defeito a ser evitado, como fracasso ou como sinal de progresso. O professor ao adotar uma postura formativa na correção das atividades dos alunos conduziria os alunos à resposta correta por meio de um processo de construção do conhecimento; assim, o comportamento do professor diante do erro deveria ser: localizar, identificar e retificar, como também oportunizar situações que os alunos possam investigar e refletir sobre seus erros. Pois como coloca De La Torre (2007, p. 62) “o erro nos proporciona um excelente instrumento diagnóstico do desenvolvimento mental do sujeito, do seu nível de execução, de habilidades, de atenção, de estilo cognitivo, etc.”

As respostas dadas nas perguntas 5 e 6 mostram que os professores possuem diferentes compreensões dos erros dos alunos, tanto das suas causas como da concepção desse erro. É importante que o professor tenha clareza das causas do erro dos alunos e procure estratégias para amenizar tais erros. Além do que a concepção do professor frente ao erro pode influenciar na sua atitude, pois ele pode buscar soluções para resolver a situação ou apenas ignorar o erro do aluno.

Na sétima pergunta tínhamos interesse em saber se o erro pode ser usado como estratégia didática para facilitar a aprendizagem.

7. Na sua opinião, o erro do aluno pode ser usado como estratégia didática e contribuir com o processo de aprendizagem?

A maior parte das respostas apontou que o erro serve para reavaliar a metodologia, como autoavaliação, para avaliar os recursos usados nas aulas. Destacamos algumas das respostas dos professores:

Sim, pois a partir dos erros que vamos buscar meios mais didáticos de explicar determinados assuntos. (Professor 1).

Sim, o erro quando reconhecido leva a refletir sobre o que causou e a partir daí pode tornar o aluno mais atento para que não se repita. (Professor 2).

Sim, pois o erro do aluno serve como aprendizado, assim podendo fazer uma análise do que ele errou, juntamente já auxiliando o mesmo e aperfeiçoando minha técnica em didática. (Professor 3).

Sim, pois a partir de um erro podemos começar uma nova reflexão e talvez uma nova abordagem como estratégia de ensino. (Professor 4).

Sim, pois o professor pode mudar a sua metodologia de ensino. (Professor 5).

Acredito que os erros dos alunos não podem ser usados como estratégia didática, porém servem como elementos de diagnósticos para autoavaliação e para promover ações em favor da aprendizagem dos alunos. (Professor 6).

Sim, como existem diversos fatores que levam o aluno a errar, identificar o erro e mostrar o caminho do acerto seria bem didático, assim o aluno não mais cometerá. (Professor 7).

Sim, uma vez identificado o erro podemos entender em que o aluno tem dificuldade e a partir disto promover atividades direcionadas a uma melhor compreensão dos assuntos até então não aprendidos. (Professor 8).

Sim, pois por meio dos erros podemos formular e traçar estratégias pedagógicas que melhorem o ensino e aprendizagem. (Professor 9).

De forma geral os professores apontaram que os erros servem como uma estratégia didática para que o aluno possa compreender não somente o que errou, mas que possa avançar no processo de aprendizagem; conforme De La Torre (2007), não seria pretencioso afirmar que a reflexão sobre o erro não só introduz uma nova dimensão metodológica, como uma renovação didática. Assim, o ensino deixa de ter sentido em si mesmo para se tornar mediação para a aprendizagem e o professor não mostra nem demonstra por explicações, ele cria situações de aprendizagens, observa resultados, infere processos e orienta em relação às estratégias ou aos procedimentos que o aluno deve seguir.

Frente ao erro, o aluno sozinho não tem condições para compreender o que errou ou o sentido e significado daquele erro, assim se faz necessário que o professor explique em detalhes o erro para o aluno, pois, as vezes um erro pode apontar deficiências conceituais de conteúdos matemáticos que não são claros para os alunos.

Um erro que parece pequeno e sem importância aos olhos dos alunos, como é o erro do sinal, pode trazer inúmeras dificuldades embutidas, em operações elementares ou na aplicação de fórmulas específicas. Entender qual é o problema, discuti-lo com os alunos, partir das respostas para construir novas perguntas, tudo isso pode esclarecer problemas não resolvidos que se arrastam, às vezes, desde as séries iniciais. (Cury, 2004, p.111)

Diante disso, não basta apontar o erro para o aluno, é preciso justificá-lo para que o aluno tenha consciência do seu erro e se sintam menos injustiçado nas correções das atividades avaliativas; o que parece um erro sem importância para o aluno, pode ser apenas a ponta de um iceberg de deficiência conceitual, cabe ao professor esclarecer e mostrar a extensão do erro para o aluno.

A resolução de problemas é uma atividade matemática que acontece com frequência em sala de aula em qualquer etapa do ensino, ao resolver problemas os alunos tendem a cometer muitos erros de variados tipos; cada erro cometido nas etapas da resolução de um problema possui significados diferentes e necessita de tratamentos distintos, pois erros de compreensão do problema, de estratégias de solução, de procedimentos matemáticos e de incoerências conceituais não são erros do mesmo tipo, e o professor precisa ficar atento a cada tipo de erro para buscar o tratamento adequado

e orientar os alunos. Nesse contexto da análise de erros na resolução de um problema proporciona aos alunos que explorem e discutam seus erros e repensem suas estratégias de resolução de forma a ampliar seus repertórios, e produzir uma aprendizagem significativa.

Segundo Borasi (1989, p. 10), o uso de erros poderia afetar positivamente os alunos, melhorando suas habilidades de resolução de problemas, “Obviamente, não esperamos ser capazes de chegar à solução correta imediatamente, mas sim que, no processo, faremos alguns movimentos na direção errada, que devem ser eventualmente identificados e corrigidos”. Em uma perspectiva tradicional do ensino da matemática no qual os alunos são meros copiadores das resoluções corretas expostas pelo professor no quadro, não temos como afirmar que de fato o aluno aprendeu.

Ao investigar como os professores trabalham com os erros dos alunos, Castañeda (2016) aponta estratégias de como trabalhar os erros em sala de aula, como por exemplo, que os professores notifiquem os alunos se a solução está correta ou não para que os alunos possam concentrar sua energia em habilidades mais críticas, como analisar o erro deles.

Outra estratégia viável, seria fazer perguntas aos alunos quando eles cometem erros; essas perguntas podem assumir várias formas e tipos diferentes, o intuito delas é promover uma investigação do erro pelo aluno. Ainda como sugestão, seria interessante dar aos alunos um *feedback* positivo após cometer erros, pois estes podem ajudar os alunos a pensarem nos erros de maneira diferente.

Nesse sentido, a análise de erros cometidos pelos alunos em matemática em seu processo de aprendizagem possibilita importantes informações acerca de como se institui o conhecimento matemático; por outro lado se constitui numa excelente ferramenta para revelar o estado de conhecimento dos alunos, imprescindível na hora de realimentar o processo de ensino e aprendizagem com o fim de melhorar os resultados (Del Puerto, Minnaard & Seminara, 2004, p. 4).

Em razão do exposto, o erro como estratégia didática pode ser usado como um caminho para o acerto se o aluno for incentivado a investigar o processo que o levou ao erro, descobrindo suas causas e compreendendo a construção correta que realizou. Sem essa reflexão por parte do aluno, o erro não será superado; o professor deve ser o mediador desse caminho de investigação, fazendo boas perguntas para conduzir os alunos ao acerto.

No entanto, as formações iniciais e continuadas devem oferecer aos professores não somente discussões sobre o tema, como também os formadores de professores devem mostrar por meio de suas práticas como o erro pode ser usado como indicador para compreender o processo de construção do conhecimento pelos alunos; assim como serve de termômetro para a autoavaliação das práticas docentes, como também das aprendizagens para os alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação nos permitiu compreender como um grupo de professores enxerga os erros cometidos pelos alunos em matemática e como lida com eles. As respostas dos professores participantes da pesquisa trazem indicações que eles possuem compreensões sobre a utilização pedagógica do erro e sua finalidade no processo de ensino, aprendizagem e avaliação em matemática. A maior parte dos professores possui, no seu processo de formação, algumas leituras acerca do assunto e fez discussões sobre o erro dos alunos. Outro ponto a destacar é que foi possível perceber que os professores mais jovens e com menos tempo de serviço possuem uma concepção formativa do erro, entendendo que ele serve para a construção do conhecimento matemático e como processo positivo para a aprendizagem.

Observamos que, pelas respostas dos professores, que eles têm clareza da utilização do erro tanto como indicador do processo aprendizagem, como das suas práticas pedagógicas. E isso é importante para melhorar as escolhas metodológicas, assim como para ajudar os alunos na identificação e superação dos erros.

Dessa forma, perceber e refletir sobre os erros produzidos pelos alunos e as fontes desses erros é importante para que os professores possam mudar suas posturas em relação aos erros, e perceber que os erros podem servir como meios para construir as aprendizagens e repensar e reorganizar as práticas pedagógicas para o ensino da matemática.

REFERÊNCIAS

- Agoiz, A. C. (2019). Errores frecuentes en el aprendizaje de las matemáticas en bachillerato. Cuadernos del Marqués de San Adrián: *Revista de humanidades*, n.11.
- Astolfi, J. P. (1999). *El "error" un medio para enseñar*. Sevilla: Díada Editora.



- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Borasi, R. (1987). Exploring mathematics through the analysis of errors for the learning of mathematics. *FLM Publishing Association* v.7, (3).
- Borasi, R. (1989). *Students' constructive uses of mathematical errors: a taxonomy*. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*. San Francisco, California. 14-17p.
- Brousseau, G. (2004). *Théorie des Situations Didactiques*. France: La Pensée Sauvage.
- Castañeda, A. (2016). Using Errors to Promote Learning in High School Mathematics Courses. Texas Christian University, Texas.
- Cury, H. N. (2007). *Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Cury, H. N. (2013). Uma proposta para inserir a análise de erros em cursos de formação de professores de matemática. *Educação Matemática Pesquisa, São Paulo*, v.15, n.3, 547-562.
- De La Torre, S. (2007). *Aprender com os Erros: o erro como estratégia de mudança*. Porto Alegre: Artmed.
- Del Puerto, S. M., Minnaard, C. L., & Seminara, S. A. (2004). Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 38, n. 4.
- Engler, A., Gregorini, M. I., Müller, D., Vrancken, S., & Hecklein, M. (2004). Los Errores en el Aprendizaje de Matemática. *Revista Premisa de la Sociedad Argentina de Educación Matemática*, v. 6, n. 23.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.
- Imbernón, F. (2011). *Formação docente e profissional: forma-se para a mudança e a incerteza*. 9. ed. São Paulo: Cortez.
- Pinto, N. B. (2000). *O erro como estratégia didática: estudo do erro no ensino da matemática elementar*. São Paulo: Papirus.
- Radatz, H. (1979) Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 10, n. 3.
- Rico, L. (1995). Errores y dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas, cap. 3. pp. 69-108. In.: Kilpatrick, J., Gómez, P., & Y Rico, L. *Educación Matemática*. Méjico: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Rudio, F. V. (2007). *Introdução ao projeto de pesquisa*. Rio de Janeiro: Vozes.

NOTAS

TÍTULO DA OBRA

O estudo do erro: contributos para o trabalho docente do professor de matemática

Rosineide de Sousa Jucá

Doutorado

Universidade do estado do Pará, Departamento de matemática, estatística e informática, Belém - PA, Brasil

rosejuca@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1386-3388>

Endereço de correspondência do principal autor

Trav. Timbó, 1293, cep 66083049 Belém – PA - BRASIL

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome, A. P. Sobrenome

Coleta de dados: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome, A. P. Sobrenome

Análise de dados: L. S. Sobrenome, J. T. Sobrenome

Discussão dos resultados: J. T. Sobrenome

Revisão e aprovação: A. P. Sobrenome

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

Os autores cedem à **Revemat** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER – uso exclusivo da revista

Universidade Federal de Santa Catarina. Grupo de Pesquisa em Epistemologia e Ensino de Matemática (GPEEM). Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EDITOR – uso exclusivo da revista

Mérciles Thadeu Moretti e Rosilene Beatriz Machado

EDITOR EDIÇÃO ESPECIAL – uso exclusivo da revista

Regina Célia Grando e Adair Mendes Nacarato

HISTÓRICO – uso exclusivo da revista

Recebido em: 02-07-2021 – Aprovado em: 26-02-2022

