

## Por que errar ainda é tão errado? Algumas reflexões sobre o papel do erro no ensino e na avaliação de matemática.

Rafael Filipe Novôa Vaz

**Resumo:** Alguns obstáculos precisam ser discutidos e superados para que as práticas avaliativas voltadas às aprendizagens sejam implementadas no sistema educacional. Pensar em uma avaliação formativa, seja através dos exames ou de outros formatos avaliativos, requer o rompimento da visão classificatória da avaliação e da perspectiva dicotômica do erro. O principal argumento que defendo neste texto é que a existência de uma avaliação formativa perpassa pelo reconhecimento do erro como um elemento de grande potencial pedagógico. Ao interpretarmos o erro como um representante da 'não aprendizagem, do 'não saber', reduzimos as possibilidades de intervenções didáticas. Entretanto, se interpretamos o erro como elemento de um processo, de um saber em construção, rompendo a dicotomia do certo e do errado, ampliamos as perspectivas da utilização do erro como um trampolim para a aprendizagem.

**Palavras-chave:** Avaliação. Erro. Matemática. Avaliação formativa. Aprendizagens.

## Why is making mistakes still so wrong? Some reflections on the role of error in mathematics teaching and assessment.

**Rafael Filipe Novôa Vaz**  
Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.  
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus Paracambi, Rio de Janeiro, Brasil.  
Docente do Programa de Pós Graduação em Educação e Diversidade – IFRJ/CPAr.

 <https://orcid.org/0000-0002-7266-4661>  
 [rafael.vaz@ifrj.edu.br](mailto:rafael.vaz@ifrj.edu.br)

Recebido em 06/04/2022  
Aceito em 01/05/2022  
Publicado em 16/05/2022

**Abstract:** Some obstacles need to be discussed and overcome so that evaluative practices aimed at learning can be implemented in the educational system. Thinking about a formative assessment, whether through exams or other assessment formats, requires breaking the classificatory view of assessment and the dichotomous perspective of error. The main argument I defend in this text is that the existence of a formative assessment permeates the recognition of error as an element of great pedagogical potential. By interpreting the error as representing 'not learning', 'not knowing', we reduce the possibilities for didactic interventions. However, if we interpret the error as an element of a process, of a knowledge under construction, breaking the dichotomy of right and wrong, we expand the perspectives of using the error as a springboard for learning.

**Keywords:** Assessment. Mistake. Math. Formative assessment. Apprenticeships.

## ¿Por qué cometer errores sigue siendo tan malo? Algunas reflexiones sobre el papel del error en la enseñanza y evaluación de las matemáticas.

**Resumen:** Es necesario discutir y superar algunos obstáculos para que las prácticas evaluativas orientadas al aprendizaje sean implementadas en el sistema educativo. Pensar una evaluación formativa, ya sea a través de exámenes u otros formatos de evaluación, exige romper con la visión clasificatoria de la evaluación y la perspectiva dicotómica del error. El principal argumento que defiendo en este texto es que la existencia de una evaluación formativa permea el reconocimiento del error como elemento de gran potencial pedagógico. Al interpretar el error como representante del 'no aprender', del 'no saber', reducimos las posibilidades de las intervenciones didácticas. Sin embargo, si interpretamos el error como elemento de un proceso, de un saber en construcción, rompiendo la dicotomía del bien y del mal, ampliamos las perspectivas de utilizar el error como trampolín para el aprendizaje.

**Palabras clave:** Evaluación. Error. Matemáticas. Evaluación formativa. Aprendizajes.

## 1 Introdução

Geralmente, os exames escolares são utilizados pelos docentes e pela escola como principal documento avaliativo, na perspectiva somativa da avaliação, para informar aos estudantes e aos seus familiares quais alunos estão aprendendo, quais são os aptos a avançar para as séries seguintes. Através dos exames, certificamos os estudantes sobre o nível de escolarização. O aluno apto a avançar academicamente é aquele que ‘passou nos exames’, ou seja, que atingiu a pontuação mínima necessária esperada pela instituição escolar e/ou o docente. Deste modo, avaliação em sua função somativa pode ser considerada um elemento intrínseco na escola e na universidade, pois cumpre o papel social: probatório e certificativo dos estudantes.

Em sociedades que desvalorizam a educação, os professores comumente utilizam o exame como um elemento de barganha para conseguir a atenção dos estudantes. “Preste atenção! Isso vai cair na prova, hein!” Na educação bancária, que foi alvo de preocupação de Paulo Freire, a escola se torna um preparatório para os exames internos e externos. Os alunos estudam para conseguir ter um bom desempenho nos exames escolares e, em uma perspectiva de longo prazo, ter um bom desempenho nas seleções para as universidades ou nas seleções para concursos públicos. Diversos estudos e pesquisadores alertam, entretanto, que a avaliação quando utilizada na sua função formativa pode promover maiores e melhores impactos na aprendizagem dos estudantes do que a avaliação somativa (BLACK; WILIAM, 1998; HADJI, 2001; FERNANDES, 2009). Mesmo com tantos benefícios pedagógicos, as avaliações formativas, aquelas voltadas às aprendizagens, ainda não se incorporaram nas práticas escolares.

Podemos observar ou, até mesmo, supor a existência de alguns obstáculos para esta incorporação: a falta de tempo, as turmas cheias e a hipervalorização da nota (resultado/pontuação de um exame). Elaborar uma atividade avaliativa formativa demanda estudo e consome um tempo de aula que o professor, sobrecarregado de afazeres e com uma extensa lista de conteúdos para abordar, raramente tem. Elaborar um exame com fins somativos, por outro lado, além de estar incorporado na prática docente, é prático e funcional. Outro funcionário da escola pode aplicar um exame. Após a correção, o docente corrige e devolve as provas ou pelo menos entrega as notas. O examinar torna-se o avaliar. Nós, professores, estamos acostumados com este modelo, pois fomos avaliados assim enquanto estudantes.

Outro obstáculo para a implementação das práticas avaliativas formativas é o tratamento dado ao erro. Classificar uma solução como correta, incorreta ou parcialmente correta atende bem aos pré-requisitos da avaliação somativa, pois a partir desta classificação estabelecemos uma correspondência

com uma pontuação. Para pensar em uma avaliação formativa, seja através dos exames ou de outros formatos avaliativos, é necessário romper essa visão classificatória e/ou dicotômica do erro. O principal argumento que defendo neste texto é que a existência de uma avaliação formativa perpassa pelo reconhecimento do erro como um elemento de grande potencial pedagógico. A resignificação do erro precede a existência da avaliação formativa, de tal forma que, seja para ela, uma condição de existência.

## **2 A filosofia positivista da avaliação pedagógica**

Os exames surgiram na China, para eleger membros de castas inferiores. A ideia em torno do exame é a da meritocracia: valorizar o indivíduo a partir do seu mérito, eliminando o nepotismo nas carreiras públicas, por exemplo. A atribuição de notas aos trabalhos escolares é fruto da pedagogia do século XIX. Existem inúmeras evidências que esta prática não ocorria na Idade Média (BARRIGA, 2002). No final do século XIX e início do século de XX, os exames se propagam com os testes desenvolvidos na França por Binet e Simon, em 1905, destinados a medir a inteligência e as aptidões dos estudantes. O ministro da educação francês, atendendo a solicitação dos professores, pediu ao psicólogo Alfred Binet que elaborasse um teste para realizar uma triagem nos sistemas de ensino, a fim de excluir os estudantes com retardamento mental. A partir deste estudo Binet organizou tarefas de acordo com a idade dos sujeitos, cunhando o conceito de idade mental. Seus estudos atravessaram o Atlântico, originando o teste denominado de Stanford-Binet, teste de QI amplamente utilizado nas escolas americanas. Outra importante aplicação para esses testes foi o recrutamento e a seleção de soldados para as forças armadas (FERNANDES, 2009; GUBA; LINCOLN, 2011).

A associação dos exames com o mérito dos estudantes em uma perspectiva somativa da avaliação, tão presente na cultura escolar, é sustentada por três pressupostos filosóficos positivistas: os exames são considerados neutros, justos e benéficos (MORGAN, 2000). Decerto que um documento utilizado para avaliar não define a avaliação no que diz respeito à sua função. Uma prova, como geralmente é nomeado o exame escolar, pode ser utilizada nas perspectivas somativa ou formativa. Geralmente, no entanto, o que se observa é que as avaliações somativas são realizadas por meio de provas.

A predominância deste modelo positivista de avaliação escolar configura-se no que Fernandes (2009) denomina paradigma psicométrico de avaliação. Segundo este autor, há uma tendência de a avaliação centrar-se mais nos resultados ou nos produtos do que no processo de aprendizagem. As três características principais do paradigma são:

(1) é possível determinar exatamente o que os alunos sabem e são capazes de fazer; (2) as aprendizagens dos alunos constituem uma realidade que pode ser avaliada de forma objetiva, neutra e sem quaisquer inferências valorativas; (3) testes de naturezas diversas – cientificamente construídos e, como tal, objetivos e neutros – permitem a quantificação das aprendizagens dos alunos. (FERNANDES, 2009, p. 81-82).

Também imersa na perspectiva positivista está a ideologia da certeza defendida por Borba e Skovsmose (2013). Pela ideologia da certeza,

(i) A matemática é perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma declaração matemática não se fia em uma investigação empírica. A verdade matemática não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político e ideológico. (ii) A matemática é relevante e confiável, porque pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais. A aplicação da matemática não tem limite, já que é sempre possível matematizar um problema. (BORBA, SKOVSMOSE, 2013, p. 130-131)

Um reflexo dessa ideologia está nos currículos que geralmente utilizam problemas de matemática que possuem uma única solução, outro está no modo como os erros são tratados. O foco na correção dos trabalhos está nos resultados e não no que os alunos pensaram ao desenvolver a solução. Nesta perspectiva, testes e exames desempenham um papel crucial, os resultados devem estar corretos, pois consistem na preparação dos estudantes para o futuro (BORBA, SKOVSMOSE, 2013).

### **3 A prova não é um instrumento de medida**

Há, pelo menos, três problemas da utilização das provas (exames escolares) com um instrumento para medir a aprendizagem dos estudantes.

Primeiramente, os estudos recentes de multicorreção, em que diversos professores corrigem a mesma prova, comprovam um fator interpretativo e, até mesmo, um caráter aleatório presente na correção de exames discursivos, que transformam o Paradigma Psicométrico da Avaliação Escolar em uma ideia falaciosa (SUCHAUT, 2008; VAZ; NASSER, 2019). Mesmo em matemática ou em ciências exatas, interpretamos as soluções dos estudantes de modos distintos, pois concebemos a matemática, o conhecimento e até mesmo a educação de formas particulares. Por isso, a pontuação gerada a partir da correção das questões de resposta aberta e, conseqüentemente, das provas, depende de quem as corrige. O resultado obtido em um exame com questões de resposta aberta de matemática é uma leitura do professor sobre a produção do estudante, influenciada pelas crenças e concepções do docente (VAZ; NASSER, 2019).

Em segundo lugar, a prova não é um instrumento. Não é raro encontrarmos a associação da prova a um instrumento pedagógico em textos acadêmicos, mesmo de pesquisadores da área. Essa

associação deve ser evitada pois a palavra instrumento remete a uma ferramenta capaz de realizar aferições precisas. Barômetros e termômetros são instrumentos que podem medir com precisão a pressão atmosférica e a temperatura, respectivamente. A prova não é um instrumento, a prova é um documento que coleta respostas dos estudantes, fornecendo aos professores algumas informações sobre as aprendizagens desses estudantes. A nota é uma tentativa de quantificar essas informações. Desconheço um estudo que comprove a existência de uma correspondência bijetiva ou isomórfica entre a aprendizagem de um estudante e seu desempenho em uma prova. Desconsiderando as interpretações do corretor, a prova não mede o que um aluno sabe, apenas coleta informações que permitem ler e analisar aspectos relacionados às aprendizagens dos estudantes.

Além da prova não ser um instrumento para medir as aprendizagens e o professor/avaliador/corretor não estar isento da utilização de aspectos interpretativos e subjetivos, há um terceiro aspecto que se relaciona com os dois anteriores para o qual ainda não temos resposta: as aprendizagens de um indivíduo podem ser medidas? Na literatura, podemos encontrar pistas de que a crença na medição do conhecimento de um indivíduo seja uma ilusão. Um estudo realizado por Nunes, Carraher e Schliemann (2011), publicado inicialmente em 1982, constatou a influência de fatores culturais e sociais no desempenho de estudantes na resolução de questões de matemática. Nesse estudo, o desempenho das crianças nos testes informais foram superiores ao desempenho destas mesmas crianças nos testes formais. Uma das conclusões dos autores é que a escola fracassa

(a) na incapacidade de aferir a real capacidade da criança, (b) no desconhecimento dos processos naturais que levam a criança a adquirir o conhecimento e (c) na incapacidade de estabelecer uma ponte entre o conhecimento formal que deseja transmitir e o conhecimento prático do qual a criança, pelo menos em parte, já dispõe (NUNES; CARRAHER; SCHLIEMANN, 2011, p. 60-61)

Se o conhecimento é multifacetado, complexo, construído individualmente e inextricavelmente ligado ao contexto no qual o aprendizado ocorre, conclui-se que nenhum “instrumento” único é capaz de “medir” esse conhecimento de maneira consistente e significativa (ROMAGNANO, 2011). A avaliação é composta por um mito e um rito, em que, via de regra, negligencia-se que o quantitativo advém do qualitativo. O “rito de avaliar se constitui numa prática que confere uma validade ilusória ao mito da possibilidade do exercício da precisão e da justiça” (BURIASCO; FERREIRA; CIANI, 2009, p. 72).

Se, por um lado, é impossível estabelecer uma avaliação imparcial e justa, sem influências de interpretações do docente, sem que fatores externos de origem cultural ou social afetem o desempenho dos estudantes, por outro, utilizar a avaliação com fins mais pedagógicos, pode ser benéfico para a educação.

Black e Wiliam (1998) realizaram um amplo estudo bibliográfico com pesquisas de diversos países sobre a avaliação formativa. Ao longo de nove anos de estudo, examinaram edições de mais de 160 periódicos, investigando pesquisas anteriores, num total de 580 artigos ou capítulos. Uma das conclusões deste estudo foi que avaliações formativas podem oferecer relevantes contribuições para a aprendizagem dos estudantes. Principalmente, para aqueles estudantes com maiores dificuldades.

Uma avaliação é considerada formativa quando é voltada para as aprendizagens, “quando seus resultados são utilizados para adaptar o ensino e identificar as dificuldades dos estudantes” (VAZ; NASSER, 2021, p. 5). Para que a avaliação seja formativa ela deve ser informativa (HADJI, 2001). O objetivo da avaliação formativa é identificar a natureza dos erros, desenvolver estratégias para que os estudantes superem suas dificuldades e ajudar o estudante a autorregular-se, ganhando autonomia (PINTO, J., 2019).

#### **4 O erro como um saber em construção**

Borasi (1985) defendia que os erros cometidos pelos estudantes deveriam ser interpretados e utilizados como um potencial elemento pedagógico, um trampolim para as aprendizagens. Borasi entende que, ao se adotar uma visão mais ampla sobre o conhecimento matemático, o professor pode reconhecer o lado positivo dos erros e, utilizando procedimentos didáticos adequados, o erro se torna “um trampolim para a aprendizagem em Matemática” (BORASI, 1985, p. 1). O erro, inserido no processo de ensino-aprendizagem, é visto como algo natural, como “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 suas respostas” (CURY, 2007, p. 80).

Vygotski (1984) defendia que as crianças poderiam, através dos testes, serem classificadas em uma zona de desenvolvimento inferior à que, de fato, se encontravam. Existe uma zona de transição entre o ‘não saber’ e o ‘saber’, uma fase relacionada à aprendizagem e ao desenvolvimento do indivíduo, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). É aqui que o saber se constrói, que adquirimos o conhecimento. Se a criança consegue resolver sozinha uma atividade escolar, ela se encontra na Zona de Desenvolvimento Real (ZDR). Mas, se para resolver essa atividade a criança necessita de ajuda dos colegas ou do professor, ela se encontra na ZDP. Aquilo que ela ‘ainda não sabe’ ou ‘quase sabe’ denota um processo de desenvolvimento cognitivo e intelectual humano.

Nas atividades escolares, incluindo os exames, as soluções dos estudantes são analisadas e classificadas como corretas, incorretas e parcialmente corretas. Essa classificação está relacionada, como dito anteriormente, a como o professor interpreta os erros dos estudantes. Geralmente, os acertos

são associados ao saber e os erros ao não saber. Acertamos, enquanto professores e educadores, quando associamos o parcialmente errado a um saber em construção.

“A dicotomia entre erro e acerto, conhecimento e ignorância, saber e não saber é assumida como fio condutor da atividade escolar” (ESTEBAN, 2013, p. 101). Esse fio condutor influencia prejudicialmente a maneira como ensinamos, como avaliamos e, por conseguinte, como os alunos aprendem, pois desconsidera um elemento chave para a educação: a diversidade. O objetivo principal da escola é promover as *aprendizagens*. Utilizo e destaco a palavra ‘aprendizagens’, propositalmente no plural, pois refiro-me às idiosincrasias cognitivas, sociais, psicológicas de cada estudante, reconhecendo como particulares, múltiplas e diversas as formas de aprender. Cada indivíduo aprende no seu ritmo, do seu modo, no seu tempo, influenciado por questões internas e externas à escola. Essas particularidades precisam ser reconhecidas, legitimadas. Nem todo erro é igual. Nem todo acerto é igual. Um erro pode representar um saber e um acerto esconder dúvidas e não saberes.

Ao interpretarmos o erro como um representante da ‘não aprendizagem, do ‘não saber’ reduzimos as possibilidades de intervenções didáticas. Entretanto, se interpretamos como elemento de um processo, de um saber em construção, rompendo a dicotomia do certo e do errado ampliamos as perspectivas da utilização do *erro como um trampolim*.

para poder trabalhar com os erros e tomar decisões sobre eles, é preciso ter conhecimento do conteúdo envolvido e das fases da análise, tomando decisões que são específicas dos professores, porque levam em conta, ao mesmo tempo, o que aluno sabe, o que não sabe e o que pode ser feito para ajudá-lo a reorganizar seu pensamento sobre o conteúdo em questão. (CURY, 2012, p. 31)

Giraldo e Roque (2021) criticam a visão tradicional da matemática como algo acessível aos inteligentes e construída, historicamente, por gênios da humanidade e, também, a concepção convencional de aprendizagem como um processo que visa retirar o sujeito de um estado de ignorância. Influenciado por estas ideias, o erro em matemática é frequentemente interpretado como um indicador de algum grau de ignorância.

O “erro” e o “não-entendimento” não possuem valor em si próprios, pois não produzem nada – sua utilidade está, no melhor dos casos, em denunciar ausências, desvios ou faltas de saber que devem ser realinhados ou eliminados, para que a aprendizagem possa então atingir seu objetivo e acabar. Mais do que isso, o “erro” e o “não-entendimento”, como deficiências em relação ao saber, são, em geral, atribuídos a incapacidades de natureza cognitiva (como ausência de certas habilidades ou aptidões) ou de personalidade (como falta de interesse, de esforço ou de comprometimento) inerentes aos próprios sujeitos (GIRALDO, ROQUE, 2021, p. 17).

A ruptura desta visão convencional de concepção da matemática e da aprendizagem pode ocorrer interpretando a matemática de forma problematizada. Nesta perspectiva, a matemática passa a ser vista como um campo de saber e de invenção que se constitui por problemas e não, como na perspectiva tradicional, de respostas ou soluções.

A perspectiva de matemática problematizada pode se articular com outros quadros teóricos no campo da Educação Matemática, ajudando a desmontar essa lógica. Se são problemas, e não soluções preexistentes, que sustentam o conhecimento matemático e impulsionam sua produção, então que sentido pode ter uma concepção de aprendizagem que se referencia em resultados prefixados? [...] A perspectiva de matemática problematizada nos provoca a pensar naquilo comumente rotulado de “erro” como potência de criação, e nas manifestações comumente identificadas por “não-entendimento” como possibilidade de lançar de outros entendimentos (GIRALDO; ROQUE, 2021, p. 18).

Borasi (1985) observou como as frustrações causadas por uma postura negativa em relação ao erro podem ser maléficas para o desenvolvimento dos alunos e na sua disposição para aprender Matemática. Ao cometer erros, os estudantes experimentam diversos sentimentos, tais como desapontamento, frustração, vergonha e raiva (BORASI, 1985). Deste modo, um aluno pode desenvolver o que Sales, Carmo e Henklain (2020) denominam de Ansiedade Matemática, desestimulando os estudantes e criando obstáculos que irão atrapalhá-los no decorrer da sua trajetória escolar. A Ansiedade Matemática é um transtorno associado a

casos de extrema dificuldade em lidar com a Matemática e que se manifesta por meio das seguintes respostas: (a) autonômicas, como taquicardia, sudorese, náuseas; (b) cognitivas, como auto atribuições negativas e crenças irracionais em relação à Matemática; e (c) condutas de esquiva e fuga de situações em que se faz necessário algum tipo de habilidade Matemática (SALES; CARMO; HENKLAIN, 2020, p. 242)

Nessa perspectiva, o esforço do estudante é comumente ignorado, “como se o erro fosse um produto apenas do estudante e não da relação entre estudante e professor” (SALES; CARMO; HENKLAIN, 2020, p. 258). Então, adotando uma postura remediadora, o professor foca na correção do problema, sem se preocupar com suas causas ou eventuais potencialidades pedagógicas.

Quando o professor percebe que seus alunos estão errando muito nos problemas com frações e propõe, separadamente, exercícios de fixação, com treino de operações com frações, nem sempre está voltado para a superação de um possível problema. [...] Visto de forma simplificada, seu tratamento consiste em aplicar paliativos para eliminar seus efeitos (PINTO, N. B., 2000, p. 141-142).

No entanto, os estudos relacionados à Análise de Erros apontam um caminho pedagógico que vai além de aplicar medidas paliativas.

## 5 A análise de erros em matemática

A identificação e categorização dos erros cometidos pelos estudantes possibilitam adequar o planejamento de ensino para corrigir os erros conceituais e procedimentais. Para que essa identificação ocorra, os docentes precisam assumir uma postura investigativa e consciente sobre as soluções dos estudantes. A postura consciente refere-se a tudo que já foi discutido neste texto. Principalmente, reconhecer que ‘quem erra também sabe’ e que precisamos realizar intervenções didático-pedagógicas para que esse erro seja um trampolim para a aprendizagem.

Carmo (2010) identificou alguns tipos de erros comuns cometidos por estudantes e analisou quais variáveis poderiam explicá-los. O pesquisador verificou que mesmo sendo constantemente delineado como pertencentes ao estudante, muitas dessas variáveis identificadas como prováveis geradoras dos erros estavam associadas ao modelo de ensino ou à postura pedagógica adotada pelo professor. Por isso, devemos "redimensionar nosso entendimento acerca da produção de erros" (CARMO, 2010, p. 226).

Alguns erros podem não indicar falta de atenção ou descuido, e sim, “uma transferência equivocada de algo que é verdadeiro num domínio, mas falso em outro” (RIBEIRO; GODOY; ROLKOUSKI, 2020, p. 155). Exemplos: *somar numeradores e denominadores para efetuar a adição de frações* ou de *desenvolver o quadrado da soma como sendo a soma de dois quadrados*. O quadro a seguir ilustra operações que poderiam ser consideradas falsas em um domínio e verdadeiras em outro.

Quadro 1 – Erros em um domínio, acertos em outro.

Falso em um domínio	Verdadeiro em Outro
Soma de frações $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d}$	Soma de razões $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d}$
Soma de frações $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{a+c}{b+d}$	Produto de frações $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$
Quadrado da soma $(a+b)^2 = a^2 + b^2$	Quadrado do produto $(a \cdot b)^2 = a^2 \cdot b^2$
Operações com monômios (8º ano) $\frac{x}{2} + \frac{x}{3}$ $= \frac{3x}{6} + \frac{2x}{6}$ $= 3x + 2x$	Equação do primeiro grau (7º ano) $\frac{x}{2} + \frac{x}{3} = 1$ $\frac{3x}{6} + \frac{2x}{6} = \frac{6}{6}$ $3x + 2x = 6$

Fonte: elaborado pelo autor

Esses erros são oriundos necessariamente representantes de um não saber, pelo contrário, representam um saber legítimo em outro domínio. No sétimo ano o estudante aprende a resolver uma

equação com termos fracionários. Nessas soluções, geralmente, após obtermos frações equivalentes, simplificamos o denominador, multiplicando-se ambos os lados da igualdade. Na resolução da adição de frações, no ano anterior, e de adição de monômios, no ano seguinte, essa simplificação não é correta.

Quadro 2 – Erro a partir de uma transferência equivocada.

	6º ano	7º ano	8º ano
Tema/conteúdo escolar	Adição de frações	Resolução de equação do primeiro grau	Adição de monômios
Ação realizada	Mantem-se os denominadores	Elimina-se os denominadores	Mantem-se os denominadores
Exemplo	$\frac{1}{2} + \frac{4}{3}$ $= \frac{3}{6} + \frac{8}{6}$ $= \frac{11}{6}$	$\frac{x}{2} + \frac{x}{3} = 1$ $\frac{3x}{6} + \frac{2x}{6} = \frac{6}{6}$ $3x + 2x = 6$	$\frac{x}{2} + \frac{x}{3}$ $= \frac{3x}{6} + \frac{2x}{6}$ $= 3x + 2x$

Fonte: VAZ (2021, p. 66)

Alguns desses erros podem ser justificados pela ênfase dada no ensino de procedimentos operatórios em detrimento do ensino de conceitos. Em prol de agilidade ou praticidade, a adição dos dois membros de uma equação por +2 é substituída pela ideia de ‘jogar para o outro lado trocando o sinal’, o que pode ocasionar erros gerados pela sobreposição de conhecimentos verdadeiros. Um exemplo é mostrado no quadro 3

Quadro 3 – Sobreposição de procedimentos

Procedimento verdadeiro (A)	Procedimento verdadeiro (B)	Sobreposição dos procedimentos A e B
$-2 + x = 10$ $x = 10 + 2$	$+2x = 10$ $x = \frac{10}{+2}$	$-2x = 10$ $x = \frac{10}{+2}$

Fonte: VAZ (2021, p. 67)

O exemplo acima mostra um erro que não reflete a falta de conhecimentos, pelo contrário, reflete a presença de conhecimentos desorganizados e/ou utilizados indevidamente. Tais conhecimentos podem sofrer intervenções didáticas para que os estudantes reorganizem as ideias e os conceitos operatórios relacionados à resolução de equações.

## 6 O erro e a avaliação formativa

Para Hadji (2001), a avaliação em um contexto de ensino deveria ter por finalidade a contribuição para o êxito do ensino, ajudando os alunos a desenvolverem saberes e competências. Em relação à avaliação escolar, existem duas ideias persistentes: “uma que associa a avaliação à nota/classificação;

outra aos testes ou exames, ou seja, aos instrumentos de recolha de informação” (SANTOS, PINTO, J., 2018, p. 504). Essas ideias sustentam a concepção somativa da avaliação. A avaliação somativa, normalmente aplicada no fim de um período de ensino e aprendizagem, tem por finalidade certificar e fazer um balanço dos objetivos alcançados pelos estudantes (PINTO, J., 2019).

Fernandes (2009) considera que a avaliação somativa está mais diretamente associada à certificação, feita pelos professores e seria perfeitamente dispensável do ponto de vista da melhoria da aprendizagem. A avaliação somativa comumente “não está integrada ao ensino, não é utilizada sistematicamente para melhorar as aprendizagens, nem proporciona um *feedback* que oriente os alunos” (FERNANDES, 2009, p. 72-73). A principal diferenciação entre as modalidades somativas e formativas da avaliação é a função (ou funções) para qual elas são pensadas ou executadas. São os propósitos para os quais a avaliação se destina que permitem diferenciar avaliações formativas de somativas, não o seu tipo. Ou seja, uma prova escrita tradicional de Matemática – compreendida como exame escrito, individual, sem consulta e com tempo delimitado – pode ter um caráter mais formativo que somativo (SANTOS, 2011).

Segundo Perrenoud (1999), a avaliação formativa esteve durante muito tempo associada à imagem da aplicação de um teste após um período de aprendizagem, seguido de ações de remediação para os alunos que não demonstrassem o domínio dos conhecimentos avaliados neste exame. Por essa concepção, os professores atuavam com a perspectiva formativa durante os testes em períodos específicos, limitados e distanciados. Tal concepção evoluiu através do reconhecimento de ações de observação, intervenção e regulação mais frequentes e ampliadas.

Uma avaliação mais formativa não toma menos tempo, mas dá informações, identifica e explica erros, sugere interpretações quanto às estratégias e atitudes dos alunos e, portanto, alimenta diretamente a ação pedagógica, ao passo que o tempo e a energia gastos na avaliação tradicional desviam da intenção didática e das inovações. (PERRENOUD, 1999, p. 68).

A avaliação é formativa quando seus resultados são utilizados para adaptar o ensino e identificar as dificuldades dos estudantes. Diversos pesquisadores apontam que o *Feedback* é um elemento central para a avaliação formativa (BLACK; WILIAM, 1998; FERNANDES, 2009; SANTOS, 2011; PINTO, J., 2019; VAZ; NASSER, 2019, 2021). O *feedback* melhora o aprendizado quando fornece a cada aluno orientações específicas sobre pontos fortes e fracos, de preferência sem quaisquer notas gerais e que para propósitos formativos, um teste no final de uma unidade ou módulo de ensino não faz sentido; é tarde demais para trabalhar com os resultados (BLACK; WILIAM, 1998)

Os *feedbacks* sobre testes, trabalhos de aula e tarefas domiciliares devem fornecer orientações a cada aluno sobre como melhorar, e cada aluno deve receber ajuda e uma oportunidade para trabalhar na superação de suas dificuldades e no desenvolvimento de sua aprendizagem. Dentro do contexto de ensino, consistente com a visão social construtivista da aprendizagem, o *feedback* pode ser dado de aluno para professor, de professor para aluno ou de aluno para aluno. Comentários de aluno para professor permitem que ele saiba como os alunos estão respondendo às atividades de aprendizagem e permitem que o professor saiba que ação tomar para ajustar as oportunidades e desafios oferecidos aos alunos. Wiliam (2011) aponta cinco estratégias-chave para o pleno desenvolvimento de uma avaliação formativa:

(1) Clarificar, compartilhar e compreender as intenções de aprendizagem e os critérios do sucesso; (2) Engendrar discussões eficazes em sala de aula, atividades e tarefas que promovam evidências de aprendizagem; (3) Promover *feedback* que conduza à aprendizagem; (4) Motivar os estudantes a atuarem como pesquisadores da sua aprendizagem e a de seus pares; (5) Fazer com que os estudantes se reconheçam como responsáveis pela própria aprendizagem. (WILIAM, 2011, p. 46, tradução nossa)

De algum modo, estas cinco estratégias estão relacionadas à interpretação dos erros cometidos pelos estudantes. Se um erro é visto como algo que deve ser execrado e não como algo natural, como propor que estudantes analisem as atividades escolares, suas e de seus pares? Como o professor pode elaborar *feedbacks* com potencial pedagógico se os erros não forem interpretados como parte de um processo de construção e reconstrução do ensino e da aprendizagem?

Na minha pesquisa de mestrado, investiguei a utilização do erro como elemento central em um método didático para o ensino de frações. Para elaborar estratégias que utilizassem os erros cometidos pelos estudantes como elementos pedagógicos, foi necessário a realização de ações para que os estudantes compreendessem que os erros fazem parte do processo de aprendizagem, afim de garantir uma naturalidade nas discussões em grupo sobre os erros cometidos por eles mesmos (VAZ, 2013).

Para analisar as produções orais e escritas dos estudantes e elaborar *feedbacks* é necessário, a priori, que o professor compreenda o erro como um elemento de grande potencial pedagógico, seja na sala de aula, seja em uma prova escolar. Nesse sentido, considero que a ressignificação do erro para o ensino – incluindo a ruptura das dicotomias erro e acerto e saber e não saber – torna-se um pré-requisito para o desenvolvimento de da avaliação formativa e, especificamente, para a construção de *feedbacks* com características mais pedagógicas sobre a produção dos estudantes, o que chamo de *feedback formativo*.

O *feedback formativo* é aquele que oferece pistas de como continuar, é descritivo, dirigido à regulação, ou seja, que permite ao aluno identificar o que falta fazer e como fazer para alcançar o esperado. Propõe uma situação que leve o estudante a rever sua solução, identificando quais foram, exatamente, o(s) o erro(s) do processo. Que o ajude, além de identificar o que errou, a compreender o porquê do erro e o que deve ser feito para corrigi-lo (VAZ; NASSER 2021)

Por outro lado, a ressignificação do erro pode impulsionar que novas interpretações sejam atribuídas aos instrumentos avaliativos e à própria avaliação. Nessa nova concepção, a avaliação passa a ser interpretada e utilizada como uma investigação (BURIASCO, 2000; ESTEBAN, 2013). Os docentes utilizam as soluções dos estudantes para compreender não só o que foi aprendido, mas como foi aprendido. Trata-se de uma rica possibilidade de investigação docente para conhecer as estratégias que os alunos elaboram, os procedimentos que utilizam, os modos de interpretação que fazem do enunciado, as características dos problemas que constroem a partir da sua interpretação do enunciado original, ao resolverem uma questão. (VIOLA dos SANTOS; BURIASCO; CIANI, 2008). Uma rica oportunidade de regular não somente a aprendizagem, mas também o ensino.

A postura investigativa do professor sobre a produção dos estudantes pode trazer ricas contribuições pedagógicas. Trevisan (2013), em sua tese de doutorado, identificou que seus estudantes estavam realizando uma operação para a resolução de um problema sem a devida compreensão do processo.

Percebemos que todos os estudantes haviam utilizado essa estratégia em suas resoluções: dividir 3780 por 360. Porém, instigava-nos saber se compreendiam o significado do algoritmo, interpretando o significado do quociente e do resto dessa divisão. Apresentamos ao lado da maioria das resoluções o questionamento: O que representa o resultado dessa divisão? (TREVISAN, 2013, p. 95)

Nesse item, os estudantes deveriam localizar no círculo trigonométrico o arco na primeira volta correspondente ao ângulo de  $3780^\circ$ . A realizar perguntas como “o que representa essa divisão?” o professor pode realizar uma leitura mais apurada sobre o que os estudantes realmente compreenderam. Trevisan (2013) observou que alguns alunos que haviam acertado não haviam compreendido, enquanto, que outros, mostraram que haviam compreendido ao reconhecer o que haviam errado.

## 7 Considerações Finais

A ressignificação do erro é uma condição necessária para que a avaliação formativa seja utilizada. Resignificar significa entender o erro como um elemento intrínseco em todo processo de aprendizagens. É compreender que há saberes no erro e há não saberes no acerto. É reconhecê-lo e utilizá-lo como um elemento didático, como um trampolim para as aprendizagens, inclusive na avaliação.

Se o erro é parte de um processo, um saber em construção, na prova ou em outro instrumento avaliativo, conseqüentemente, deve ser reinterpretado. O errado não é mais riscado ou apagado, deve ser reconstruído, ressignificado e reutilizado, em prol da aprendizagem. Por sua vez, um bom feedback pode ser um elemento de ensino promissor, pois atua na zona de desenvolvimento proximal, auxiliando a transição do erro para o acerto, do saber em processo, para um saber mais avançado. Nesta perspectiva pedagógica, que se utiliza dos erros para a construção de *feedbacks* formativos, em que a avaliação é destinada à aprendizagem, talvez, errar não seja mais tão errado.

## Referências

BARRIGA, Angel Diaz. Uma polêmica em relação ao exame. In: ESTEBAN, M. T. (org.). **Avaliação: uma prática em busca de novos sentidos**. 4 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. Inside the Black Box: Raising Standards through Classroom Assessment. **The Phi Delta Kappan**, v. 80, n. 2, p. 139-148. 1998.

BORASI, Rafaella. Using errors as springboards for the learning of mathematics: an introduction. **Focus on Learning Problems in Mathematics**, Framingham, v. 7, n. 3-4, p.1-14, 1985.

BORBA; Marcelo de Carvalho; SKOVSMOSE; Ole. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. (org.) **Educação Matemática Crítica: a questão da democracia**. 6 ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

BURIASCO, Regina Luzia Corio. Algumas considerações sobre avaliação educacional. **Estudos em avaliação educacional**, n. 22, p. 155-178, 2000.

BURIASCO, Regina Luzia Corio; FERREIRA, Pamela Emanuelli Alves CIANI, Andréia Büttner. Avaliação como prática de investigação: alguns apontamentos. **Bolema**, Rio Claro, v. 22, n. 33, p.69-96. 2009.

CARMO, João dos Santos. Produção de erros no ensino e na aprendizagem: implicações para a interação professor-aluno. In: MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti.; REALI, Aline Maria de Medeiros Rodrigues Reali (org.) **Aprendizagem profissional da docência: saberes, contextos e práticas**. São Carlos, SP: EDUFSCar/INEP/COMPED, 2010.p. 211-227.

CURY, Helena Noronha. **Análise de Erros: O que podemos aprender com as respostas dos alunos. Tendências em Educação Matemática**. Belo Horizonte, MG: Autêntica. 2007.

ESTEBAN, Maria Teresa. **O que sabe quem erra?** 2ed. Petrópolis, RJ: De Petrus et Alii, 2013.

FERNANDES, Domingos. **Avaliar para aprender: fundamentos, práticas e políticas**. São Paulo: Editora Unesp, 2009.

GUBA, Egon.; LINCOLN, Yvonna. **Avaliação de quarta geração**. Campinas: Editora da Unicamp, 2011.

GIRALDO, Victor.; ROQUE, Tatiana. Por uma Matemática Problematizada: as Ordens de (Re)Invenção. **Perspectivas em Educação Matemática**. vol.14, n. 35, p.1-21, 2021.

HADJI, Charles. **Avaliação desmistificada**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

MORGAN, Candia. Better assessment in mathematics education? A social perspective. In: BOALER, Jo (org.) **Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning**. Westport, CT: Ablex Publishing, 2000.

NUNES, Terezinha; CARRAHER, David; SCHLIEMANN, Analúcia. Na vida, dez; na escola, zero: os contextos culturais da aprendizagem matemática. In: NUNES, Terezinha; CARRAHER, David; SCHLIEMANN; Analúcia (org.) **Na vida dez, na escola zero**. 16ed. São Paulo: Cortez, 2011.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PINTO, Neuza Bertoni. **O erro como estratégia didática**: Estudo do erro no ensino da Matemática elementar. 2. ed. Campinas: Papirus, 2000.

PINTO, Jorge. A Avaliação Formativa: uma prática para a aprendizagem. In: ORTIGÃO, M. I. R. et al (org.). **Avaliar para aprender no Brasil e em Portugal**: perspectivas teóricas, práticas e de desenvolvimento. Curitiba: CRV, 2019. v. 1, p. 19 – 44.

RIBEIRO, Vivian de Paula; GODOY, Elenilton Vieira; ROLKOUSKI, Emerson. Análise de erros: um estudo com ingressantes de cursos de graduação. **Revista BOEM**, v. 8, n. 16, p. 112-133, 2020.

ROMAGNANO, Lew. The myth of objectivity in mathematics assessment. **Mathematics Teacher**, v. 94, n. 1, p. 31-37. 2001.

SALES, Elielson Ribeiro; CARMO, João dos Santos; HENKLAIN, Marcelo Henrique Oliveira. O. Produção de erros em prova de Matemática: Critérios de correção e atribuição de notas por professores do Ensino Fundamental. In: SANTOS, Ernani; LAUTERT, Síntria. (org.). **Diálogos sobre o ensino, aprendizagem e a formação de professores**: contribuições da Psicologia da Educação Matemática. Rio de Janeiro, RJ: Autografia, 2020.

SANTOS, Leonor. Que critérios de qualidade para uma avaliação formativa? In: FERNANES, D. (org). **Avaliação em Educação**: olhares sobre uma prática social incontornável. Pinhais: Editora Melo, 2011. 155-165.

SANTOS, Leonor., PINTO, Jorge. Ensino de conteúdos escolares: A avaliação como Fator estruturante. In: VEIGA, F. H. (org.). **O Ensino como fator de envolvimento numa escola para todos**. Lisboa: Climepsi Editores, 2018. p. 503-539.

SUCHAUT, B. La loterie des notes au bac: un réexamen de l'arbitraire de la notation des élèves. **Les Documents de Travail de l'IREDU**. 2008. Disponível em: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00260958v2>. Acesso em 07 jun 2019.

TREVISAN, André Luis. **Prova em fases e um repensar da prática avaliativa em Matemática**. 2013. 168f. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

VAZ, Rafael Filipe Novôa. **Metodologia didática de análise de soluções aplicada no ensino de frações**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

VAZ, Rafael Filipe Novôa, NASSER, Lilian. Em busca de uma avaliação mais “justa”. **Com a Palavra o Professor**, v. 4, n. 10, p. 311-329, 2019.

VAZ, Rafael Filipe Novôa, NASSER, Lilian. Um Estudo sobre o Feedback Formativo na Avaliação em Matemática e sua Conexão com a Atribuição de Notas. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 35, n. 69, p. 1-21, abr. 2021

VAZ, Rafael Filipe Novôa. **A avaliação, o erro e o feedback: um estudo sobre a correção de questões de Matemática**. 2021. 132f. Tese de doutorado. (Programa de Pós-graduação em Ensino e História da Matemática e da Física) - Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

VIOLA dos SANTOS, João. Ricardo; BURIASCO, Regina Luzia Corio; CIANI, Andréia Büttner. A avaliação como prática de investigação e análise da produção escrita em matemática. **Revista de Educação PUC-Campinas**. Campinas, n. 25, p. 35-45, 2008.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar. **Infancia y aprendizaje**, v. 7, n. 27-28, p. 105-116, 1984.

WILIAM, D. **Embedded formative assessment**. Bloomington: Solution Tree Press, 2011.