

<https://doi.org/10.18222/eae.v37.11555>

AVALIAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PROPONDO UM MODELO AVALIATIVO COLABORATIVO

 VILMAR IBANOR BERTOTTI JUNIOR^I

 RICARDO GONÇALVES^{II}

 JANAÍNA POFFO POSSAMAI^{III}

 NORMA SUELY GOMES ALLEVATO^{IV}

^I Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Videira-SC, Brasil; vbt.junior@gmail.com

^{II} Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (Ceeteps), São Paulo-SP, Brasil; ri_gaia@hotmail.com

^{III} Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau-SC, Brasil; janainap@furb.br

^{IV} Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Londrina-PR, Brasil; normallev@gmail.com

RESUMO

O estudo propõe uma articulação entre a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas e as modalidades de avaliação – diagnóstica, mediadora, formativa e somativa. Objetiva desenvolver um modelo avaliativo mais democrático e colaborativo, que promova uma aprendizagem significativa, atendendo às necessidades dos sistemas educacionais e às exigências de atribuição de notas e conceitos. De caráter bibliográfico, investiga as potencialidades dessa integração, destacando suas implicações para o trabalho docente. Sugere que a avaliação deve incluir diagnósticos e reflexões contínuas, indo além da nota como único foco do ensino, e que o trabalho através da resolução de problemas possibilita a articulação entre os diferentes tipos de avaliação.

PALAVRAS-CHAVE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS • AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM • DIAGNÓSTICO • APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: PROPONIENDO UN MODELO DE EVALUACIÓN COLABORATIVO

RESUMEN

El estudio propone una articulación entre la Metodología de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación de las Matemáticas a través de la Resolución de Problemas y las modalidades de evaluación –diagnóstica, mediadora, formativa y sumativa. El objetivo es desarrollar un modelo de evaluación más democrático y colaborativo, que promueva el aprendizaje significativo de los estudiantes, satisfaciendo las necesidades de los sistemas educativos y las exigencias de asignación de calificaciones y conceptos. La investigación, de carácter bibliográfico, investiga el potencial de esta integración, destacando sus implicaciones para el trabajo docente. Sugiere que la evaluación debe incluir diagnósticos y reflexiones continuas, yendo más allá de las calificaciones como único foco de la enseñanza, y que el trabajo a través de la resolución de problemas permite la articulación entre los diferentes tipos de evaluación.

PALABRAS CLAVE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS • EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE • DIAGNÓSTICO • APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

ASSESSMENT IN MATHEMATICS EDUCATION: PROPOSING A COLLABORATIVE ASSESSMENT MODEL

ABSTRACT

This study proposes an articulation between the Teaching-Learning-Assessment Methodology of Mathematics through Problem Solving and the assessment modalities – diagnostic, mediating, formative and summative. The objective is to develop a more democratic and collaborative assessment model that promotes student's meaningful learning, while addressing the needs of educational systems and the requirements for assigning grades and concepts. The research, of a bibliographic nature, investigates the potential of this integration, highlighting its implications for teaching work. It suggests that assessment should involve ongoing diagnoses and reflection, going beyond grades as the sole focus of teaching, and that the problem solving approach enables the articulation between different types of assessment.

KEYWORDS PROBLEM SOLVING • LEARNING ASSESSMENT • DIAGNOSIS • MEANINGFUL LEARNING.

COMO CITAR:

Bertotti, V. I., Jr., Gonçalves, R., Possamai, J. P., & Allevato, N. S. G. (2026). Avaliação em educação matemática: Propondo um modelo avaliativo colaborativo. *Estudos em Avaliação Educacional*, 37, Artigo e11555. <https://doi.org/10.18222/eaee.v37.11555>

Recebido em: 4 NOVEMBRO 2024

Aprovado para publicação em: 7 ABRIL 2026



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da licença Creative Commons do tipo BY.

INTRODUÇÃO

A avaliação no contexto educacional, especialmente em matemática, tem passado por transformações, buscando integrar práticas que não apenas mensurem, mas também promovam a aprendizagem significativa dos estudantes. A Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, assim denominada por Allevato e Onuchic (2021), destaca-se nesse cenário ao propiciar um ambiente de aprendizado dinâmico, em que a resolução de problemas não é apenas uma atividade prática, mas também um elemento central que orienta o processo educativo. A proposta, fundamentada em dez etapas, busca integrar diferentes modalidades avaliativas – diagnóstica, mediadora, formativa e somativa – em um percurso que reflete os princípios dos referenciais teóricos relacionados a essas modalidades de avaliação.

A avaliação diagnóstica, realizada antes do início de novos conteúdos, permite ao professor identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, fundamentando intervenções pedagógicas que sejam eficazes (Luckesi, 2011). Já a avaliação mediadora, que ocorre durante o processo de ensino-aprendizagem, oferece um *feedback* contínuo e ajusta as estratégias de ensino às dificuldades dos estudantes (Pironel, 2019). Por sua vez, a avaliação formativa promove um acompanhamento contínuo que visa a fomentar o aprendizado ao longo do percurso educativo (Perrenoud, 1999); enquanto a avaliação somativa mensura o aprendizado ao final de um ciclo, possibilitando a atribuição de notas e conceitos (Zabala, 1998).

Ainda, a inclusão da autoavaliação e da coavaliação permite que os estudantes reflitam sobre seus próprios processos de aprendizado e os dos colegas, promovendo um ambiente de colaboração e diálogo. A articulação entre a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação através da Resolução de Problemas e as modalidades de avaliação discutidas no referencial teórico buscam transcender as exigências burocráticas da avaliação tradicional, priorizando os aspectos qualitativos e pedagógicos.

Assim, este artigo propõe um modelo avaliativo mais democrático e colaborativo que promova a aprendizagem significativa, considerando as necessidades e contextos dos sistemas educacionais. Essa articulação se enquadra em uma pesquisa bibliográfica fundamentada na abordagem qualitativa, que apresentamos a seguir.

METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa bibliográfica e a pesquisa qualitativa são abordagens fundamentais na investigação científica, cada uma com características distintas que se complementam. A pesquisa bibliográfica, segundo Gil (1999), permite ao investigador explorar uma ampla gama de fenômenos, facilitando a análise de informações muitas vezes dispersas. Ainda, o autor destaca que seu foco é a resolução de problemas por meio de

referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo contribuições científicas. Essa modalidade é comum em trabalhos acadêmicos, pois oferece acesso ao conhecimento já produzido sobre determinado assunto, possibilitando que o pesquisador encontre subsídios para suas investigações, mas sem isentá-lo, conforme enfatizam Prodanov e Freitas (2013), de considerar a importância de verificar a veracidade dos dados obtidos na pesquisa bibliográfica, destacando a necessidade de avaliar possíveis incoerências nas obras consultadas.

Por sua vez, a pesquisa qualitativa, segundo Minayo (2009), busca elucidar a lógica das práticas sociais na realidade. Essa abordagem é útil para compreender aspectos multifacetados da realidade, permitindo uma avaliação mais aprofundada das dinâmicas internas de processos e atividades. A pesquisa qualitativa é especialmente apropriada quando se deseja uma visão aprofundada do objeto de estudo e suas inter-relações sociais, políticas e culturais. Flick (2004) aponta que essa abordagem envolve a escolha de métodos adequados, a análise de diferentes perspectivas e a reflexão dos pesquisadores sobre sua própria pesquisa como parte da produção de conhecimento.

No contexto deste trabalho,¹ a pesquisa é tanto bibliográfica quanto qualitativa. A pesquisa bibliográfica constitui uma base sólida ao revisar a literatura existente sobre a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, incluindo as diferentes modalidades de avaliação – diagnóstica, mediadora, formativa e somativa. Essa revisão fundamenta a proposta de um modelo avaliativo mais democrático e colaborativo. Já a abordagem qualitativa permite entender as dinâmicas e interações que ocorrem nas práticas avaliativas, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo que (cor)responda, ao mesmo tempo, às necessidades e aos contextos dos sistemas educacionais.

Com base nessa proposta, apresentamos a seguir as articulações dos referenciais teóricos que sustentam este artigo.

UM OLHAR PARA A AVALIAÇÃO

No contexto do ensino de matemática em sala de aula, sabemos que uma prática tradicional e frequentemente utilizada é aquela iniciada pela ação do professor, com a apresentação oral do “novo” conteúdo – alguma teoria, definições e exemplos –, seguida da proposição de exercícios. Essa abordagem traz, em sua essência, a concepção de

1 Cabe ressaltar que este artigo resulta da integração de duas pesquisas já desenvolvidas pelos autores: a dissertação de mestrado de Bertotti (2021), primeiro autor, e a tese de doutorado de Gonçalves (2023), segundo autor. As categorias, os indicadores de avaliação e a descrição dos níveis de suficiência apresentados no artigo têm origem em Bertotti (2021). As discussões relativas às avaliações diagnóstica, mediadora, formativa e somativa, no contexto da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, têm origem em Gonçalves (2023). Desse modo, o presente artigo retoma, articula e amplia contribuições dessas duas pesquisas, com os devidos créditos às produções acadêmicas.

que o estudante aprende por reprodução: caso ela seja feita corretamente, a “avaliação” do professor é a de que ocorreu a aprendizagem. Essa prática avaliativa é ineficaz, pois o acerto, nesse caso, pode ser decorrente apenas da repetição mecânica de procedimentos pelo aluno, “não garantindo que ele aprendeu o conteúdo, ou que saberá utilizá-lo em outros contextos. Portanto, torna-se necessário repensar as ideias sobre avaliação” (Costa & Allevato, 2015, p. 298).

Ocorre que muito se tem pensado e discutido sobre o sentido da avaliação e sobre novas formas de realizá-la. Mas há algumas práticas “cristalizadas” e muitas dúvidas permanecem, incluindo aquelas acerca de como operacionalizar processos avaliativos mais atuais e condizentes com demandas recentes para o ensino, em particular na educação básica, mas não somente nela. Em orientações e prescrições curriculares brasileiras recentes, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Ministério da Educação [MEC], 2018), há indicações no sentido de se adotarem procedimentos de avaliação de processo ou de resultado que, a partir dos contextos e condições específicas de aprendizagem, ofereçam elementos que auxiliem a melhora do desempenho de professores e estudantes e o desenvolvimento da escola.

Para a formação inicial de professores da educação básica, deve-se considerar:

. . . avaliação como parte integrante do processo da formação, que possibilite o diagnóstico de lacunas e a aferição dos resultados alcançados, consideradas as competências a serem constituídas e a identificação das mudanças de percurso que se fizerem necessárias.

. . . elaboração e aplicação dos procedimentos de avaliação de forma que subsidiem e garantam efetivamente os processos progressivos de aprendizagem e de recuperação contínua dos estudantes. (MEC, 2018, p. 5-6).

Portanto há que se admitir que aprender não depende exclusivamente da explicação coerente e clara do professor a seus estudantes, ou de seu comportamento em sala de aula. É imprescindível que se considerem as vivências e aprendizagens anteriores e potencializá-las por meio de metodologias de ensino que se apoiem nessas vivências. E os processos avaliativos, como parte integrante desse processo, deverão ter em vista não somente examinar/verificar a aprendizagem dos estudantes, mas também promovê-la (Hoffmann, 2019).

De acordo com Luckesi (2011, p. 180, grifos nossos), nos últimos 70 anos,

. . . vagarosamente, fomos transitando do uso da expressão *examinar a aprendizagem dos estudantes* para o uso de *avaliar a aprendizagem dos estudantes*, porém, na prática, continuamos a realizar exames – ou seja, mudamos a denominação sem mudar a prática. Então, nos dias atuais, em nossas escolas, efetivamente anunciamos uma coisa – avaliação – e fazemos outra – exame –, o que revela um equívoco tanto no entendimento quanto na prática.

A avaliação com vistas à aprendizagem ultrapassa a exclusiva classificação para fins de seleção ou ascensão aos anos seguintes, colocando o professor como “responsável pelo processo avaliativo e, portanto, pelas tarefas e testes que elabora no cotidiano ou periodicamente. O professor precisa ter clareza de suas escolhas. A sala de aula não é ambiente de concurso e de eliminação” (Hoffmann, 2019, p. 66).

Assim, as características que diferenciam exame e avaliação podem ser compreendidas por variáveis como temporalidade, expectativa de resultados, medida de desempenho do estudante e ato pedagógico (Luckesi, 2011).

Dessas variáveis, destacam-se a temporalidade, em que os exames estão voltados ao passado, e a avaliação, ao futuro, uma vez que na prática de exame espera-se que o estudante manifeste aquilo que possivelmente já aprendeu. Não importa o que ainda possa ou precise aprender, mas sim que ele seja classificado com base na aprendizagem manifestada ao responder aos instrumentos de coleta de dados sobre o seu desempenho (Luckesi, 2011, p. 182). Isso posto, o ato de examinar considera aquilo que o estudante conseguiu memorizar e expressar até aquele momento, tendo em vista seu desempenho decorrente da dedicação aos estudos no tempo anterior àquele em que se submete aos exames. Tais exames *lhe* são apresentados como testes, trabalhos ou provas, voltados à quantificação da aprendizagem construída até então.

No entanto o ato de avaliar

. . . está centrado no presente e voltado para o futuro. Ao educador que avalia interessa investigar o desempenho presente do educando, tendo em vista o seu futuro que se expressa como a busca do seu melhor aprendizado e consequente desempenho. Por isso, interessa-*lhe* ter o diagnóstico (“o retrato”) do que o estudante já aprendeu, mas também do que necessita aprender ainda. (Luckesi, 2011, p. 182, grifo nosso).

No entanto, para que os estudantes expressem suas dúvidas e próprias ideias a respeito de um conteúdo, as questões e perguntas que compõem as avaliações precisam ser compreendidas por eles e possibilitar respostas diversas, bem como suscitar, também no professor, questionamentos relacionados às ideias e aos conceitos construídos (ou não) pelos estudantes. Hoffmann (2019) considera que um meio de promover esse tipo de respostas é propor questões dissertativas, também conhecidas como subjetivas ou abertas. E esclarece como deve ser a atuação de professores examinadores ao corrigi-las, cabendo

. . . a essas analisá-las, decidindo sobre o alcance ou não dos objetivos de aprendizagem aos quais as questões se referem, tais como apresentação de ideias completas, coerentes, precisas, criativas, adequadas ao seu nível de ensino, entre outros aspectos “qualitativos” que as questões dissertativas envolvem. Não é apenas o caso das redações ou produções textuais, mas de toda e qualquer

tarrafa que solicite ao estudante expressar por escrito ou oralmente seu conhecimento sobre um tema em estudo, apresentando argumentos a favor ou contra alguma afirmação, descrevendo algo, explicando o que vê ou que faz em uma experiência científica etc. (Hoffman, 2019, p. 65).

Desse modo, concordando com Pironel e Vallilo (2017), o processo de avaliação, em sua totalidade, não pode ser confundido com classificar quantitativamente o aprendizado do estudante, devendo constituir espaço para o diálogo, a reflexão e, inclusive, para os questionamentos sobre o que o levou a cometer equívocos em relação ao conteúdo ou sobre a nota que lhe foi atribuída.

Em um estudo mais recente, Pironel (2019) ressalta os aspectos qualitativos e formativos da avaliação, destacando a importância de sua integração aos processos de ensino e aprendizagem, além de considerá-la intrínseca aos atos de ensinar e aprender. Priorizam-se, assim, a compreensão, pelo professor, do desenvolvimento do estudante e a possibilidade de traçar estratégias para planejar ou replanejar as aulas, promovendo, por meio da avaliação, um ambiente cíclico e dinâmico, de diálogo e mais democrático.

Buscando desenvolver e avaliar os múltiplos saberes dos estudantes nos processos de ensino e de aprendizagem por procedimentos avaliativos processuais, democráticos e contínuos, Zabala (1998), Silva (2012), Luckesi (2011) e Hoffmann (2019) apresentam aos educadores alguns aspectos acerca das avaliações diagnóstica, mediadora, formativa e somativa.

A avaliação diagnóstica fornece informações ao docente acerca dos conhecimentos prévios de seus estudantes, permitindo-lhe identificar as aprendizagens e dificuldades deles em relação aos conteúdos a serem desenvolvidos durante um ciclo ou período. Ela também possibilita compreender alguns elementos da realidade da turma, traçar novos e diferentes objetivos, planejar e replanejar o ensino. Assim, a avaliação diagnóstica "sustenta uma característica dinâmica, isto é, subsidia sempre uma nova possibilidade de intervenção na realidade, tendo em vista atingir o nível de satisfação desejado" (Luckesi, 2011, p. 92).

Grillo e Lima (2010a, p. 18) abordam alguns desses aspectos, defendendo a

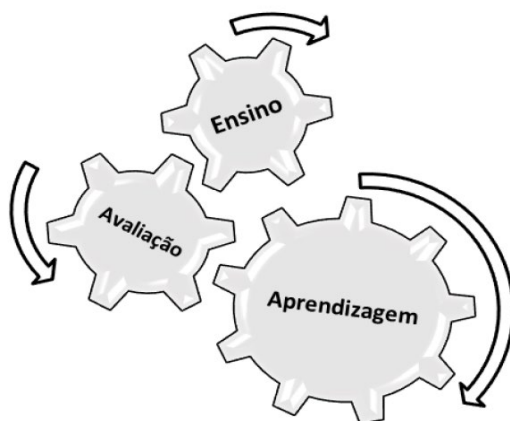
... conjunção dos três grandes constituintes da ação pedagógica: ensino, aprendizagem e avaliação, o que leva a considerá-los como uma totalidade. Nessa perspectiva, o ensino é considerado como a organização de situações capazes de contribuir para a produção do conhecimento pelo aluno; a aprendizagem, como um processo de construção pelo aluno de significados próprios, mediante sínteses sobre o que ele vivencia e o que busca conhecer; e avaliação, como um componente de diagnóstico e de reorientação do ensino e da aprendizagem pela compreensão da prática docente e da trajetória acadêmica do aluno.

Nessa perspectiva de constituir ações de natureza diagnóstica, entende-se que a avaliação se caracteriza, também, como mediadora, em que o diálogo entre professor e estudante é constante, num processo de investigação da aprendizagem a partir da realidade, dos conhecimentos e das experiências dos estudantes (Hoffmann, 2019).

A avaliação mediadora pode ser vista como o ato de "avaliar a ação" do professor, que precisa mediar seus estudantes na construção do conhecimento de modo constante a partir de seus conhecimentos prévios, e do estudante, que será responsável por pensar reflexivamente, em um trabalho colaborativo e investigativo, na construção de seus conhecimentos.

Desse modo, espera-se que professor e estudantes se envolvam em um processo integrado de ensinar, aprender e avaliar, conforme representado na Figura 1, apoiados em uma dinâmica de sala de aula democrática, colaborativa, reflexiva e metodologicamente consistente com os objetivos que se pretende atingir.

FIGURA 1
Integrando ensino, aprendizagem e avaliação



Fonte: Gonçalves (2023, p. 114).

Hoffmann (2019, p. 33) esclarece que "na concepção mediadora da avaliação, a qualidade do ensino busca o desenvolvimento máximo possível dos alunos, a aprendizagem no seu sentido pleno, alcançada por eles a partir das oportunidades ricas e desafiadoras que lhe são oferecidas". Para tanto, o olhar avaliativo necessita ser adequado ao tempo de cada estudante, uma vez que ideias evoluem qualitativamente como consequência de continuidades e discontinuidades que se tornam uma das principais razões do processo avaliativo. Desse modo,

O processo de aprendizagem se dá de forma dinâmica e progressiva, não havendo início, meio ou fim nesse processo. Cada hipótese construída pelo aluno estará constantemente sendo retomada por ele, ampliada, complementada a partir de suas experiências de vida, do seu desenvolvimento, das provocações intelectuais sofridas dentro e fora de sala de aula. (Hoffmann, 2019, p. 34).

Hoffmann (2019) constata que grande parte dos professores concorda com essas afirmações, no entanto não chegam a desenvolver um processo avaliativo que atenda a tais potencialidades, havendo uma distância entre o discurso e a prática. A autora indica três princípios norteadores da avaliação mediadora, que podem promover a transformação das práticas docentes:

1) *O princípio da investigação docente*: é responsabilidade do professor investigar continuamente e monitorar o processo de aprendizagem do estudante no ambiente escolar, de maneira constante e progressiva. Isso envolve não apenas compreender e acompanhar o seu desenvolvimento, mas também intervir pedagogicamente, buscando fazer perguntas e provocações intelectuais relevantes, criar oportunidades para que os estudantes expressem suas ideias, realizar atividades variadas e diversificadas e sugerir explicações, leituras e outras orientações.

2) *O princípio da complementaridade*: é fundamental reconhecer que nenhuma resposta do estudante é totalmente original. Cada ideia que ele expressa está sempre ligada a alguma estratégia de raciocínio ou experiência pessoal e, ao mesmo tempo, representa um avanço em seu entendimento. Em outras palavras, suas ideias são complementares, sempre buscando maior precisão, clareza ou profundidade de conhecimento. É necessário refletir sobre as causas dos erros e acertos, bem como sobre a qualidade das respostas.

3) *O princípio da provisoriedade dos registros em avaliação*: nenhum julgamento isolado ou parcial sobre o estudante deve ser considerado absoluto ou definitivo em relação a seus avanços ou dificuldades. Esses julgamentos precisam levar em conta a trajetória de seu processo de aprendizagem. Os registros feitos ao longo desse percurso são sempre dados provisórios, servindo como elementos de reflexão para o avaliador na análise global do desempenho escolar. As dificuldades iniciais que um estudante precisa superar não devem prejudicá-lo em sua promoção e continuidade.

Apoiado nesses princípios, no processo de mediação, a avaliação também é considerada formativa, uma vez que os estudantes passam a refletir e analisar sobre o que produzem enquanto produzem. De acordo com Perrenoud (1999, p. 50), é formativa toda avaliação que "auxilia o aluno a aprender e a se desenvolver, ou seja, que colabora para a regulação das aprendizagens e do desenvolvimento no sentido de um projeto educativo".

Na perspectiva formativa, a BNCC propõe que se alcance a igualdade educacional com equidade, considerando e atendendo as diferenças e singularidades de cada aluno. O documento propõe "construir e aplicar procedimentos de avaliação formativa de processo ou de resultado que levem em conta os contextos e as condições de aprendizagem, tomando tais registros como referência para melhorar o desempenho da escola, dos professores e dos alunos" (MEC, 2018, p. 17).

Sob esse enfoque, Zabala (1998) indica uma estratégia de avaliação que seja inicial, como, por exemplo, a diagnóstica, desdobrando-a processualmente e metodologicamente até uma avaliação final, referindo-se, nesse caso, àquela que busca captar os resultados e conhecimentos adquiridos. O autor também aborda a avaliação somativa ou integradora, compreendida como instrumento que possibilita o conhecimento de toda trajetória desenvolvida pelo estudante.

Para Zabala (1998, p. 201), a avaliação somativa constitui-se em:

... um informe global do processo que, a partir do conhecimento inicial, manifesta a trajetória seguida pelo aluno, as medidas específicas que foram tomadas, o resultado final de todo processo e, especialmente, a partir deste conhecimento, as previsões sobre o que é necessário continuar fazendo ou o que é necessário fazer de novo.

Entendemos, desse modo, que a avaliação somativa pode e precisa ir além da classificação quantitativa e estática. Ela deve verificar as interações entre estudantes e professores ao longo da trajetória de construção de conhecimentos e desenvolvimento de habilidades, além de promover reflexões sobre o percurso de ensino e aprendizagem enquanto esses processos ocorrem no ambiente escolar.

As avaliações diagnóstica e formativa podem culminar e se completar com uma avaliação somativa, quando seus dados se voltarem a retratar o resultado de um processo educativo reflexivo e interativo em consonância com os objetivos e metodologias de ensino e aprendizagem delineados pelo professor, pautados em indicadores e níveis de suficiência claros e consistentes, como apresentaremos na seção "Indicadores para a avaliação integrada à resolução de problemas" deste artigo.

Para isso, o professor deve estar consciente de que

... o ato de avaliar implica coleta, análise e síntese dos dados que configuram o objetivo da avaliação, acrescido de uma atribuição de valor ou qualidade, que processa a partir da comparação da configuração do objetivo avaliado com um determinado padrão da qualidade previamente estabelecido para aquele tipo de objetivo. (Luckesi, 2011, p. 52).

Assim, os valores atribuídos aos resultados de ensino e aprendizagem devem favorecer a tomada de decisões e a reflexão sobre se os objetivos foram atingidos satisfatoriamente por estudantes e professores, uma vez que ensinar, aprender e avaliar são elementos essenciais de qualquer atividade pedagógica; por isso, o processo de avaliação deve ser contínuo, não isolado ou esporádico, mas sim uma atividade rotineira, reflexiva, dinâmica e integrada às ações escolares.

Consideramos, concordando com Grillo e Lima (2010a, p. 20), que

... a avaliação é, pois, imprescindível à aprendizagem, porque aponta para revisão de programas, propõe novas indagações, mostra incompletudes e indica

novos caminhos. Deve estar presente ao longo do processo, não podendo reduzir-se a um momento final de uma prática.

Segundo essas autoras,

. . . há determinadas aprendizagens mais visíveis e concretas que permitem a identificação de aspectos considerados relevantes e a explicitação de critérios de desempenho esperado do aluno, como, por exemplo, propriedade de linguagem, explicação de um conceito, resolução de um problema matemático, realização de uma experiência em laboratório. (Grillo & Lima, 2010b, p. 28).

Nessas palavras, destacam-se as especificidades de elementos que integram os componentes curriculares, em particular a matemática e, mais objetivamente ainda, a resolução de problemas.

Vale acrescentar, ademais, que, em todos os momentos, é de suma importância que o professor transforme os registros de avaliação em anotações significativas sobre o acompanhamento dos estudantes em seu processo de construção do conhecimento, balizadas pelas avaliações diagnóstica, mediadora, formativa e somativa.

E com relação a mudanças de prática docente, Hoffmann (2019, p. 22) afirma que:

É comum os professores resistirem a questões de inovação à concepção de avaliação. Em programas de formação continuada, a maior expectativa deles é quanto a novas práticas em termos de elaboração de tarefas, testes, formas de registros, desde que não se mexa com a tradicional atribuição de notas e cálculos de médias aritméticas.

Diante disso, ressaltamos que as dificuldades com avaliação vão além da atribuição de menções ou conceitos, envolvendo também a falta de sua vinculação a uma análise qualitativa daquilo que os estudantes apresentaram e/ou entregaram ao professor. De fato, a avaliação não pode ser reduzida a atribuir uma nota aos estudantes, uma vez que “quando integramos a avaliação ao processo de ensino-aprendizagem reforçamos a necessidade de transformá-la num instrumento de ensino, promovendo a aprendizagem durante a realização da atividade avaliativa” (Pironel & Vallilo, 2017, p. 302).

Ante o exposto, na próxima seção, serão desenvolvidas reflexões acerca da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas e de como ela pode promover elementos de uma avaliação mais democrática, considerando-a como prática investigativa e reflexiva, que envolve as funções diagnóstica, mediadora, formativa e somativa discutidas na presente seção.

A AVALIAÇÃO NO TRABALHO ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A resolução de problemas tem ocupado posição destacada nas pesquisas e nos currículos, especialmente a partir da década de 1980 (Allevato & Onuchic, 2021; Onuchic,

1999). No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) indicavam, a partir da década de 1990, que o ponto de partida das atividades matemáticas em sala de aula não deveria ser a definição dos conteúdos, mas sim a resolução de problemas que levassem à construção desse conteúdo. Em âmbito internacional, destacam-se os trabalhos desenvolvidos pelo National Council of Teachers Mathematics (NCTM), dentre os quais apontamos os Standards (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000), que apontam a resolução de problemas como primeiro padrão de processo e a avaliação como um dos princípios a serem considerados pelos professores para o trabalho com matemática em sala de aula.

Foram realizadas pesquisas (Costa & Allevato, 2015) e elaborados materiais de orientação aos professores, sugerindo o trabalho com resolução de problemas em matemática como forma de ensinar, aprender e, também, avaliar. Van de Walle (2009) considera que a principal função da resolução de problemas deve ser a de desenvolver a compreensão matemática dos estudantes, sendo que evidências de compreensão, incompreensão ou compreensão equivocada de um determinado conceito, por parte dos alunos, geralmente se manifestam quando resolvem problemas.

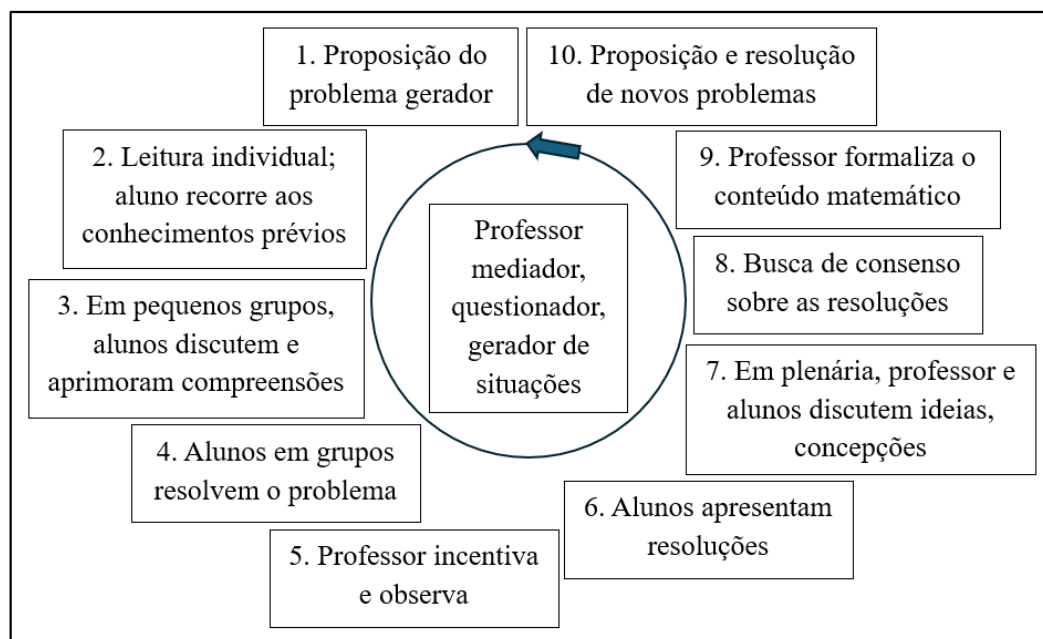
Allevato (2005) e Van de Walle (2009) destacam a resolução de problemas como fonte segura de informações valiosas, que permitem ao professor perceber a presença de concepções errôneas e de lacunas de conhecimento, planejar e reorientar as práticas de sala de aula, quando necessário. Também Cai e Lester (2012) indicam que os problemas criam oportunidades de avaliação, no sentido de possibilitar ao professor perceber “o que” e “como” os estudantes estão aprendendo e onde estão encontrando dificuldades. Costa e Allevato (2015) ressaltam a importância de valorizar as resoluções elaboradas pelos alunos para os problemas, com a finalidade de compreender suas estratégias e ampliar suas aprendizagens; a resolução de problemas constituindo-se como um indicador na tomada de decisão para novos problemas e novas ações a serem desenvolvidas.

Acompanhando esse movimento, as novas indicações curriculares brasileiras fornecidas pela BNCC (MEC, 2018) apontam a resolução de problemas como forma privilegiada da atividade matemática, devendo ser considerada objeto e estratégia para a aprendizagem.

No desenvolvimento do presente estudo, apoiamo-nos na concepção da resolução de problemas como metodologia de ensino, intitulada por Allevato e Onuchic (2021) de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas. Conforme documentos e estudos discutidos anteriormente, nessa metodologia se tem como princípio que a resolução de um problema, denominado problema gerador, é o ponto de partida e orientação para as atividades matemáticas em sala de aula, e que, através e ao longo de sua resolução, o estudante irá aprender novos conceitos e conteúdos matemáticos.

Faz parte da metodologia, conforme indicam Allevato e Onuchic (2021), a inclusão de trabalho individual e em pequenos grupos, discussões e reflexões com toda a turma acerca das resoluções desenvolvidas pelos estudantes. A Figura 2 sintetiza e apresenta as etapas sugeridas para sua implementação em sala de aula.

FIGURA 2
Síntese das etapas sugeridas



Fonte: Allevato e Onuchic (2021, p. 55).

Allevato e Onuchic (2021, p. 43) ressaltam que:

A palavra composta ensino-aprendizagem-avaliação tem o objetivo de expressar uma concepção em que o ensino, a aprendizagem e a avaliação devem ocorrer simultaneamente durante a construção do conhecimento pelo aluno, com o professor atuando como guia e mediador. Desse modo, nessa Metodologia, a avaliação é realizada durante a resolução de problemas, integrando-se ao ensino com vistas a acompanhar o crescimento dos alunos, aumentando a aprendizagem e reorientando as práticas de sala de aula, quando necessário.

De acordo com a Figura 2, o trabalho inicia-se com a proposição de um problema aos estudantes. Chamado de problema gerador, ele visa à construção de um novo conteúdo, conceito ou procedimento matemático que ainda não foi trabalhado em sala de aula e que pode resolver o problema. Recebendo o problema, o estudante faz uma leitura individual, reflete sobre o problema e pode tentar resolvê-lo com os recursos e conhecimentos de que dispõe. Em seguida, os estudantes reúnem-se em pequenos grupos, discutem o problema e as resoluções individuais, compartilhando compreensões e aprimorando a resolução. O professor ajuda os grupos, incentivando-os

e questionando para que avancem na compreensão e resolução do problema. Os estudantes devem registrar suas resoluções por escrito, utilizando, tanto quanto possível, uma linguagem matemática apropriada e/ou outros recursos de que dispõem: linguagem corrente, desenhos, gráficos, tabelas ou esquemas. O professor auxilia nas dificuldades sem fornecer respostas prontas, demonstrando confiança nas condições dos estudantes.

Após esse trabalho, organiza-se um “painel de soluções”, em que as resoluções (certas, erradas ou feitas por processos diferentes) de alguns grupos são registradas na lousa. Então o professor estimula os estudantes a compartilharem e defenderem pontos de vista; comparar, discutir e justificar soluções, isto é, avaliar suas próprias resoluções. E assim, em sessão plenária, chega-se a um consenso sobre o resultado correto. Apenas após esse momento é que o professor realiza a formalização matemática do novo conteúdo planejado para ser aprendido naquela aula. Ocorre, portanto, uma inversão em relação ao que habitualmente se realiza em sala de aula, em que o professor inicia com a apresentação do conteúdo matemático formal e depois propõe problemas para aplicar o conteúdo apresentado.

Finalmente, sempre objetivando realizar avaliação contínua e integrada ao processo de ensinar e aprender matemática através da resolução de um ou mais problemas geradores; após a formalização, novos problemas são propostos aos estudantes. Eles possibilitam analisar se foi compreendido o conteúdo matemático introduzido naquela aula, consolidar aprendizagens construídas no processo e aprofundar e ampliar as compreensões acerca daquele conteúdo. Constitui-se, assim, um ciclo que se configura, sucessivamente, pela construção de conhecimentos e pela resolução de novos problemas.

Nessa forma de trabalho em sala de aula, os problemas são propostos pelo seu potencial de promover a construção de novos conhecimentos, e não para mensurar e atribuir uma nota, como as questões de alguns exames da área de matemática, que têm no enunciado uma instrução – resolva, calcule, efetue, complete, entre outras –, cuja finalidade é reforçar e auxiliar na memorização do que foi ensinado. Essas questões, habitualmente, também estão presentes ao final dos capítulos dos livros didáticos ou são apresentadas como exemplificação daquilo que o professor transmitiu aos seus estudantes, sendo ele, nesse processo, o centro da atividade matemática.

A avaliação constituída com um olhar voltado para a aprendizagem, na perspectiva da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, vai além das análises quantitativas, buscando integrar o ensino e a aprendizagem em um processo contínuo, reflexivo e consciente, balizado por ações e instrumentos consistentes e significativos de avaliação.

Ademais, essa metodologia também integra em suas etapas as avaliações diagnóstica e mediadora, assim como a autoavaliação e a coavaliação. Esta última é

considerada, conforme explicitado por Pironel (2019), o resultado da comunicação entre pares de aprendizes, envolvendo explicações e exposição de ideias, o que leva à reestruturação do conhecimento de cada sujeito. A coavaliação se efetiva quando ao estudante é dada a oportunidade de responsabilizar-se por pensar reflexivamente, em um trabalho colaborativo e investigativo, e pela construção de seus próprios métodos de resolução, envolvendo-o ativamente no desenvolvimento da resolução do problema.

Com base nessas ideias, Onuchic e Allevato (2011) esclarecem que nessa dinâmica é desejável que, enquanto o professor ensina, o estudante, como um participante ativo, aprenda; e que a avaliação se realize pelos dois, integrando-se a esse processo.

Isso posto, nessa abordagem metodológica, o papel do professor deixa de ser o de comunicador do conhecimento para assumir o de observador, mediador, organizador, interventor, avaliador e incentivador da aprendizagem. Ao observar e intervir, ele assume a responsabilidade de avaliador do processo de ensino e aprendizagem, promovendo a construção de conhecimento, enquanto acompanha e incentiva os estudantes na busca por respostas ao problema que lhes foi proposto, constituindo, nessa situação, elementos interessantes da avaliação mediadora.

Os princípios considerados por Hoffmann (2019) – investigação, complementaridade e provisoriedade –, discutidos na seção anterior, são contemplados na Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, uma vez que a avaliação precisa ocorrer durante todo o desenvolvimento da atividade, partindo dos conhecimentos prévios dos alunos para a resolução do problema, em direção à construção de novos conhecimentos (Pironel & Vallilo, 2017; Allevato et al., 2017).

O primeiro princípio – da investigação docente – está atrelado às ações do professor, que precisa “preparar, ou escolher, problemas apropriados ao conteúdo ou ao conceito que pretende construir. Precisa deixar de ser o centro das atividades, passando para os alunos a maior responsabilidade pela aprendizagem que pretendem atingir” (Onuchic & Allevato, 2011, p. 82).

Assim, quando os estudantes estiverem resolvendo esse problema, individualmente ou em grupos, faz-se necessário que o professor os observe e os ajude a pensar, dando-lhes o tempo necessário para isso e atendendo-os em suas dificuldades. O professor assume o papel de interventor e questionador, fazendo perguntas consistentes e relevantes, que não conduzam, de imediato, a uma resposta (solução do problema), mas que levem os alunos a refletirem sobre o caminho que deverão percorrer para encontrá-la, favorecendo um ambiente cíclico de resolução-reflexão-avaliação (Allevato & Onuchic, 2021).

O segundo princípio – da complementaridade – traz elementos interessantes da avaliação diagnóstica, que também se efetiva por meio do trabalho através da resolução

de problemas, uma vez que os estudantes precisam resgatar seus conhecimentos prévios para construir e dar sentido a um novo conhecimento, no sentido de que:

. . . a Resolução de Problemas apresenta-se como um meio de constituição da própria matemática, a qual, por sua vez, é um conhecimento *a priori*, ou seja, nessa visão construtivista de Polya, ela não é criada, ela é descoberta, já existente e que pode ser trabalhada de formas diferenciadas a partir de sua dada estrutura. (Leal & Onuchic, 2019, p. 106).

Durante o percurso da resolução do problema gerador e metodologicamente subsidiado, pretende-se que o professor se atente a buscar e fornecer dados para promoção de uma avaliação contínua e mediadora, favorecendo a tomada de decisões instrucionais processuais e auxiliando os estudantes a obterem êxito com a matemática (Onuchic & Allevato, 2011), conforme descrito no terceiro princípio elencado por Hoffmann (2019), o da provisoriedade.

Nesse princípio, a autora salienta que, quando os estudantes são postos a pensar reflexivamente e construir conhecimento, há um leque de possibilidades de pensamentos que se constituirão em momentos de aprendizagem (Vieira & Allevato, 2021). Cabe ao professor sistematizar intervenções didáticas, abordando, construtiva e respeitosamente, aqueles incorretos ou inadequados ao debate desencadeado acerca do problema proposto e aqueles que estão no caminho mais indicado para encontrar uma solução. Com a efetiva participação dos estudantes, é relevante que se proporcione o trabalho colaborativo num ambiente de confronto de ideias. Ainda, é fundamental que o professor formalize o conteúdo com seus estudantes, tomando por base os pensamentos e reflexões desenvolvidos por eles.

Estando assim atrelados à resolução de problemas, esses princípios revelam a destacada importância da avaliação mediadora e do papel do professor em dar atenção a cada um de seus estudantes, promovendo a inclusão e a equidade com oportunidades de aprendizagem para todos. Para isso, é preciso que o professor demonstre confiança em seus estudantes, considerando que eles sempre estão aprendendo, do seu modo, a seu tempo, orientados por estratégias pedagógicas adequadas à promoção de uma relação dialógica entre professor e estudante. O estudante necessita de oportunidades para expressar suas ideias ao professor (Hoffmann, 2019).

Também a avaliação formativa, no sentido apresentado por Perrenoud (1999), se configura no trabalho através da resolução de problemas. Nesse ambiente deve-se enfatizar o desenvolvimento dos processos a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes e não apenas o julgamento dos resultados obtidos, sendo primordial assegurar o ensino de matemática com equidade e promover a compreensão dos estudantes por meio da resolução de problemas. A avaliação se configura como um meio de assegurar a aprendizagem e desenvolver a prática profissional docente, de forma democrática e coerente, como sugere a avaliação formativa e mediadora.

Van de Walle (2009) corrobora essa visão de que, se o professor coletar informações dos estudantes enquanto eles resolvem um problema, no decurso das discussões e justificações dos resultados – enquanto os estudantes estão fazendo matemática – há a oportunidade de receber *insights* relevantes sobre a natureza da compreensão dos estudantes em relação às ideias e ao conteúdo envolvidos na atividade.

Entendemos, ademais, que, a partir de elementos de registro da avaliação e das interações e ações oriundas do trabalho através da resolução do problema, é possível delinear conceitos, atribuir menções e definir parâmetros de qualidade ao desenvolvimento dos estudantes diante dos objetivos delineados para o ensino, promovendo atitudes significativas para melhoria da qualidade e do nível de aprendizagem pelos envolvidos no ambiente escolar.

INDICADORES PARA A AVALIAÇÃO INTEGRADA À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Diante do exposto e buscando aliar a avaliação diagnóstica, mediadora, formativa e somativa aos níveis de suficiência com os critérios e indicadores de avaliação que apresentaremos neste estudo envolvendo a metodologia de trabalho através da resolução problemas, recorreremos a Hoffmann (2019), que indica três aspectos fundamentais durante a prática mediadora de avaliação, os quais estão indicados na Tabela 1.

TABELA 1
Aspectos fundamentais de uma prática mediadora

DESCRIÇÃO
1) Oportunizá-los de expressar suas ideias, com criatividade e originalidade, respeitando o seu saber espontâneo, promovendo com o grupo a reflexão sobre as opiniões e soluções apresentadas, desafiando-os a avançar e a encontrar novas alternativas de respostas diante das situações propostas.
2) Confrontá-los em discussões a partir de situações problematizadoras, sendo essencial a interação entre eles para o desenvolvimento do conhecimento lógico-matemático, buscando argumentos convincentes, estabelecendo relações entre suas ideias e a dos colegas – nesse confronto, muitas vezes, se percebe mais rapidamente o que não ficou compreendido, sendo que o trabalho em grupo se torna uma oportunidade para defenderem seus pontos de vistas e expressão de suas vivências.
3) Confrontá-los com um <i>feedback</i> por meio de comentários construtivos do professor, auxiliando-os a localizar as dificuldades e oferecendo-lhes oportunidades de descobrirem melhores soluções.

Fonte: Bertotti (2021, p. 92).

Esses três aspectos são identificados nas dez etapas sugeridas para implementação da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, por meio da observação da participação do estudante no decorrer das atividades e nos momentos de intervenção do professor em sala de aula. A intervenção pode ser imediata, ocorrendo assim que são detectadas falhas

no processo de aprendizagem, concretizando-se por meio de questionamentos, dicas ou, até mesmo, pela proposição de um problema semelhante para efeito de comparação. Outra natureza de intervenção se efetiva a partir de observações registradas pelo professor para direcionar sua prática pedagógica, das quais resultam ações para potencializar e aprimorar a aprendizagem dos estudantes, bem como para remodelar as práticas que, porventura, tenham causado dificuldades no ensino e na aprendizagem dos estudantes na sala de aula (Pironel, 2019).

A proposta apresentada a seguir, sintetizada nas tabelas 2, 3 e 4, integra a esta metodologia as avaliações diagnóstica, mediadora, formativa e somativa, associando as situações de aula com menções ou conceitos a partir de indicadores, categorias e níveis de suficiência a serem considerados nesse percurso avaliativo mais democrático, cíclico e colaborativo. A proposta contempla as necessidades dos sistemas educacionais e, inclusive, as exigências burocráticas de atribuição de notas e conceitos, às quais grande parte das escolas e professores são submetidos, sem prescindir dos fundamentos e valores qualitativos e pedagógicos relevantes de avaliação, conforme discutimos até aqui.

TABELA 2
Categorias e indicadores da avaliação

CATEGORIAS	INDICADORES
(i) Participação	a) Autonomia
	b) Envolvimento
	c) Argumentação e discussão durante a resolução dos problemas e plenária
(ii) Registro escrito das resoluções	a) Clareza na apresentação das ideias (capacidade de transcrever o que foi discutido)
	b) Resultados encontrados (em decorrência do que foi solicitado)
	c) Detalhamento das respostas apontadas

Fonte: Bertotti (2021, p. 94).

A Tabela 2 foi organizada como um instrumento para orientar a avaliação em práticas organizadas pela Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, em que avaliar envolve observar o percurso de trabalho e o registro produzido pelos estudantes. Por isso, as categorias contemplam (i) o processo de participação durante leitura, resolução e plenária e (ii) o produto do trabalho, expresso no registro escrito.

Nessa lógica, o conteúdo matemático não é tratado como uma categoria isolada, pois é mobilizado e tornado observável de modo transversal: aparece na argumentação

e na discussão (quando os estudantes justificam procedimentos, escolhas e relações), e se evidencia no registro ao apresentar resultados compatíveis com o que foi solicitado e ao detalhar o raciocínio, com uso de representações e linguagem matemática. Assim, as categorias e indicadores da Tabela 2 buscam captar, de maneira integrada, evidências do que os estudantes fizeram, do que registraram e de como sustentaram matematicamente suas decisões ao resolver o problema.

No que se refere às categorias *i* – *participação* e *ii* – *registro escrito das resoluções*, foram propostas ponderações de pontuação (percentual) por meio de níveis de suficiência naquilo que se espera dos estudantes quando trabalham em grupo (categoria *i*), bem como quando apresentam suas respostas em um documento (categoria *ii*).

Esse procedimento serviu como guia para se ter uma referência da nota/conceito atribuída aos estudantes, facilitando o papel do professor na condução dessa tarefa quando se trabalha com a metodologia de ensino apontada, além de permitir que consigam avaliar em que aspectos podem avançar. Ressalta-se que o instrumento constitui uma base para orientar a atribuição de nota/conceito, podendo ser ajustado pelo professor quanto a pesos e exemplos de evidências, conforme o objetivo da tarefa e o conteúdo em foco, sem alterar a estrutura processual-produto que sustenta o modelo.

Assim sendo, na Tabela 3 são apresentadas as ponderações de pontuação, relativas à categoria *i*, para cada nível de suficiência, bem como a descrição de cada uma delas.

TABELA 3
Ponderação e descrição dos níveis de suficiência para os indicadores da categoria *i*

INDICADORES	NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA	DESCRIÇÃO DOS NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA
a) Autonomia (30%)	Nível A (30%)	Ocorre quando todos os estudantes do grupo tomam iniciativa na condução do processo da resolução do problema, de modo que as ideias iniciais podem partir de um ou mais estudantes, enquanto os outros integrantes do grupo complementam essas ideias ou sugerem novos caminhos da perspectiva apontada.
	Nível B (20%)	Ocorre quando parte dos estudantes protagoniza as ideias iniciais da resolução do problema, enquanto a outra parte somente concorda, sem questionar ou sem opinar em sugestões ou apontamentos de melhoria da proposta levantada.
	Nível C (10%)	Ocorre quando apenas um estudante toma frente do processo, na condução das ideias a serem utilizadas para a resolução do problema, sem discussão com os demais.
	Nível D (0%)	Ocorre quando nenhum estudante se torna protagonista nesse processo.

(continua)

(continuação)

INDICADORES	NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA	DESCRIÇÃO DOS NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA
b) Envolvimento (30%)	Nível A (30%)	Ocorre quando todos os estudantes do grupo se envolvem no processo da resolução do problema, havendo presença e colaboração em equipe (mútua, em conjunto) para estruturar e resolver cada item do problema.
	Nível B (20%)	Ocorre quando parte dos estudantes pertencentes ao grupo trabalha de forma conjunta (mútua) na resolução do problema, enquanto a outra parte trabalha de maneira individual para socializar em um outro momento as respostas encontradas.
	Nível C (10%)	Ocorre quando todos os estudantes do grupo trabalham de maneira individual para socializar no final as respostas encontradas, ou seja, somente há o envolvimento deles para organizar as respostas que cada um obteve. Ou, quando apenas um estudante se envolve e participa da resolução do problema.
	Nível D (0%)	Ocorre quando nenhum estudante do grupo se propõe a resolver o problema.
c) Argumentação e discussão durante a resolução dos problemas e plenária (40%)	Nível A (30% ou 40%)	Quando todos os estudantes do grupo, a partir dos indicadores <i>a</i> e <i>b</i> , conseguem argumentar de forma sistematizada, considerando as contribuições dos colegas e articulando seu raciocínio e a estruturação do problema, a pontuação atribuída é de 40% . Se a apresentação das ideias carecer de clareza e segurança, a pontuação é reduzida para 30% .
	Nível B (15% ou 25%)	Quando uma parte dos estudantes, a partir dos indicadores <i>a</i> e <i>b</i> , consegue argumentar de maneira sistematizada, enquanto a outra parte apenas acompanha o desenrolar do conhecimento, a pontuação atribuída é de 25% . Se a apresentação das ideias não for clara e segura, a pontuação é reduzida para 15% .
	Nível C (5% ou 10%)	Quando um único estudante expõe seu raciocínio e argumentação sobre o problema, enquanto os demais integrantes do grupo pouco ou nada contribuem para a construção do conhecimento, a pontuação atribuída é de 10% . Se a apresentação das ideias não for clara, a pontuação é reduzida para 5% .
	Nível D (0%)	Ocorre quando nenhum dos integrantes do grupo propõe argumentação, raciocínio e discussão acerca do problema, sem ao menos solicitar ajuda do professor.

Fonte: Bertotti (2021, p. 95-96).

A nota atribuída a essa categoria é decorrente do somatório das ponderações (percentual) dos indicadores *a*, *b* e *c*. Cabe ressaltar que essa nota tem peso de 50% da pontuação total. Os outros 50% referem-se à categoria *ii – registro escrito das resoluções*, em que as ponderações (percentual) para ela estão descritas na Tabela 4.

TABELA 4**Ponderação e descrição dos níveis de suficiência para os indicadores da categoria *ii***

INDICADORES	NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA	DESCRIÇÃO DOS NÍVEIS DE SUFICIÊNCIA
a) Clareza na apresentação das ideias (capacidade de transcrever o que foi discutido)	Nível A (100%)	Ocorre quando os estudantes do grupo apresentam as respostas de forma clara, organizada e detalhada, dando a entender o raciocínio utilizado na resolução do problema.
	Nível B (85% a 95%)	Ocorre quando os estudantes do grupo apresentam as respostas de forma clara e organizada, porém carecem de pequenos detalhes ou explicações para explorar o raciocínio que desenvolveram, seja por meio de tabelas, figuras ou esquemas (quando for necessário).
	Nível C (70% a 80%)	Ocorre quando os estudantes do grupo apresentam as respostas de forma clara e organizada, porém carecem de pequenos detalhes ou explicações para explorar o raciocínio que desenvolveram. Junto ou separadamente a isso, quando há inconsistências de linguagem e/ou simbologia matemática durante o percurso da resolução do problema.
b) Resultados encontrados com base nos raciocínios dos estudantes (em decorrência do que foi solicitado)	Nível D (55% a 65%)	Ocorre quando os estudantes do grupo apresentam as respostas de forma organizada, porém carecem de alguns procedimentos que mostrem o percurso ou a finalização do cálculo realizado na resolução do problema, podendo englobar inconsistências de linguagem e/ou simbologia matemática. Junto ou separadamente a isso, quando há inconsistências de unidades de medida e/ou erros que não implicam o entendimento do conteúdo.
	Nível E (40% a 50%)	Ocorre quando os estudantes do grupo apresentam as respostas de forma organizada, porém com pouco desenvolvimento dos procedimentos e/ou com métodos/cálculos inconsistentes durante a resolução do problema. Juntamente a isso, a categoria pode envolver inconsistências de linguagem, simbologia, interpretação matemática e/ou unidades de medida.
c) Detalhamento das respostas apontadas	Nível F (25% a 35%)	Ocorre quando os estudantes do grupo não apresentam de forma clara e compreensiva as ideias apresentadas e/ou sem explorá-las. Juntamente a isso, a categoria pode envolver inconsistências de linguagem, simbologia, interpretação matemática e/ou unidades de medida.
	Nível G (10% a 20%)	Ocorre quando os estudantes não atendem à expectativa no percurso da resolução do problema, chegando a apresentar um resultado, porém totalmente inconsistente com o que foi solicitado.
	Nível H (0%)	Ocorre quando os estudantes do grupo não respondem à questão.

Fonte: Bertotti (2021, p. 97).

Assim sendo, a nota final é composta pela seguinte equação:

$$NF = 10. [0,5. (ci) + 0,5. (cii)], \text{ em que:}$$

$$ci = \text{percentual obtido na categoria } i;$$

$$cii = \text{percentual obtido na categoria } ii$$

Essas notas são atribuídas ao grupo e não individualmente, pois estão conectadas aos princípios da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas; além disso, a nota não pretende “medir tudo”, mas sim produzir uma referência coerente com a metodologia e com o caráter formativo/mediador do acompanhamento.

É importante ressaltar que a opção por compor a nota final a partir de duas categorias decorre do entendimento de que, nessa metodologia, a avaliação precisa contemplar simultaneamente: como os estudantes constroem a solução (interações, decisões, justificativas e negociações durante a resolução e a plenária); e como eles comunicam e sustentam essa solução por escrito (organização, clareza, coerência e explicitação do raciocínio). A categoria *i* concentra evidências do processo de trabalho coletivo e da participação do estudante na construção de significados; a categoria *ii* concentra evidências do produto, no qual o estudante torna visível o raciocínio, os procedimentos e as relações matemáticas mobilizadas.

O peso 50% – 50% foi adotado para evitar que a nota seja definida apenas pela produção escrita (o que pode ocultar participação, justificativas e discussões ocorridas no grupo) ou apenas pela participação oral (o que pode não deixar evidências verificáveis do percurso). Nesse arranjo, aspectos relativos ao conteúdo matemático e ao desenvolvimento do estudante são considerados à medida que emergem na argumentação e se consolidam no registro: resultados, justificativas, representações e coerência entre procedimentos e conceitos tornam-se critérios observáveis sem fragmentar a avaliação em uma lista extensa de itens.

Reitera-se que a composição proposta serve como referência para o professor e pode ser ajustada conforme o objetivo da tarefa, o ano escolar e o conteúdo em foco, mantendo-se a lógica de avaliar processo e produto de modo articulado.

A fim de exemplificar a utilização da equação que compõe a nota final, vamos considerar a seguinte situação de um grupo (Tabela 5):

TABELA 5
Cálculo da nota final utilizando o modelo proposto

CATEGORIA <i>i</i>		CATEGORIA <i>ii</i>	
Indicadores	Níveis de suficiência	Indicadores	Níveis de suficiência
a	A = 30%	a	B = 90%
b	B = 20%	b	
c	B = 25%	c	
Total = 75%		Total = 90%	

Fonte: Elaboração dos autores.

Calculando a nota final, temos:

$$NF = 10. [0,5. 75\% + 0,5. 90\%]$$

$$NF = 10. [0,375 + 0,45]$$

$$NF = 8,25$$

Diante do exposto, apresentamos a seguir as considerações sobre os indicadores propostos, além das considerações finais deste estudo.

CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS INDICADORES

A proposta apresentada nas tabelas 2, 3 e 4 reflete a abordagem discutida no referencial teórico, articulando diferentes indicadores que avaliam a participação, a clareza na apresentação das ideias e a profundidade das respostas dos estudantes. Essa estrutura permite um mapeamento claro do progresso dos estudantes em três áreas principais.

A participação dos estudantes na resolução de problemas é avaliada por meio de três indicadores: autonomia, envolvimento e argumentação.

A autonomia é um indicador crucial, representando a capacidade dos estudantes de tomar iniciativa e conduzir o processo de resolução. O nível A, por exemplo, destaca a atuação ativa de todos os estudantes, refletindo a visão de Van de Walle (2009) sobre a importância de permitir que eles desenvolvam sua compreensão. Para que essa autonomia se manifeste, é essencial que os estudantes se sintam capazes e responsáveis por sua própria aprendizagem, uma premissa defendida por Allevato e Onuchic (2021).

A aprendizagem se torna significativa e com sentido quando os estudantes se envolvem ativamente na atividade, justificando, argumentando e defendendo suas respostas. Nesse contexto, eles devem ser capazes de explicar por que uma resposta faz sentido (Van de Walle, 2009).

O envolvimento, por sua vez, é uma extensão da autonomia, sendo avaliado em diferentes níveis. O nível A indica que todos participam de maneira colaborativa, alinhando-se à proposta de que a resolução de problemas deve ser uma atividade coletiva, conforme sugerido por Costa e Allevato (2015). Essa interação fortalece a construção do conhecimento, permitindo que os estudantes compartilhem e refinem suas ideias.

Ainda, a argumentação avalia a capacidade dos estudantes de discutir e defender suas ideias durante a resolução e plenária. A habilidade de argumentar sistematicamente, como sugerido no nível A, é fundamental para a construção do conhecimento, pois permite que os estudantes confrontem diferentes perspectivas e aprendam uns

com os outros, em consonância com o que defendem Hoffmann (2019) e Onuchic e Allevato (2011).

Os registros escritos das resoluções também são essenciais, pois possibilitam que os alunos externalizem seu raciocínio e compreendam melhor os conceitos matemáticos envolvidos e as formas de representação adequadas, além de outros aspectos referentes à linguagem matemática. A clareza na apresentação das ideias, avaliada no nível A, reflete a capacidade dos estudantes de comunicar suas resoluções de forma clara e organizada, fundamental para o desenvolvimento de uma linguagem matemática apropriada, conforme destacado por Allevato e Onuchic (2021).

Os indicadores do registro escrito apoiam-se na necessidade de os alunos explicitarem resultados e detalhamento, tornando avaliável a aprendizagem manifestada na e sobre a relação entre o caminho de resolução e os conceitos matemáticos mobilizados. Assim, não se trata apenas de verificar a resposta final, mas também de identificar se o resultado apresentado é consequência dos raciocínios registrados e se o grupo explicita as relações matemáticas que sustentam a (re)solução. Nessa direção, o indicador “resultados encontrados” focaliza a coerência entre o que foi solicitado, as representações utilizadas e as relações estabelecidas ao longo da resolução, de modo que o professor possa verificar se há conexão entre a compreensão dos procedimentos e os conceitos. Essa orientação se articula ao que defendem Cai e Lester (2012) ao destacarem que, na resolução de problemas, a solução deve emergir do raciocínio matemático produzido e comunicado pelo estudante, evidenciando o entendimento conceitual implicado no problema.

De modo complementar, o indicador “detalhamento” orienta o professor a observar se o estudante registra escolhas, justificativas e formas de validação do caminho adotado (por exemplo, explicitação de operações, uso de propriedades, organização de passos e checagem do resultado). Tal ênfase dialoga com Costa e Allevato (2015) ao relacionar o grau de explicitação do registro à compreensão dos conceitos e ao caráter reflexivo do processo de resolução. Portanto, ao incluir resultados e detalhamento como indicadores do registro escrito, a rubrica busca captar evidências de compreensão conceitual não apenas pelo produto final, mas também pelo modo como o estudante torna visível, no registro, a relação entre procedimentos, conceitos e solução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs uma articulação entre a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas e as diferentes modalidades de avaliação, destacando a construção de um modelo avaliativo mais democrático e colaborativo, voltado para o aprendizado significativo dos estudantes.

Esperamos que este trabalho inspire futuros pesquisadores a aprofundar a investigação sobre a eficácia dessa articulação, fundamentada nos referenciais teóricos apresentados. A expectativa é a de que, ao validar e adaptar as práticas educativas escolares com base nesse modelo de avaliação, se fortaleça a relevância da avaliação como ferramenta de aprendizado em diversos contextos educacionais, considerando não apenas o impacto no desempenho acadêmico dos estudantes, mas também sua motivação e o desenvolvimento de habilidades colaborativas.

Ao considerar as múltiplas dimensões da avaliação – diagnóstica, mediadora, formativa e somativa –, este estudo busca contribuir para o desenvolvimento integral dos estudantes, respeitando suas singularidades e contextos. Conforme afirmam Allevato e Onuchic (2021), a avaliação deve ocorrer de forma contínua, integrando ensino e a aprendizagem, no sentido de permitir ao professor acompanhar o progresso dos estudantes e oferecer um *feedback* significativo.

Nesse viés, a pesquisa enfatizou a importância de uma avaliação que transcende a mera atribuição de notas, valorizando o processo de aprendizagem em sua totalidade. Como destaca Van de Walle (2009, p. 100), “a avaliação pode e deveria acontecer diariamente como parte integrante do ensino”, reforçando a necessidade de não limitar a avaliação a testes e questionários. É essencial estabelecer critérios que considerem não apenas o resultado final, mas também o processo que o precede, incluindo o raciocínio dos estudantes, a clareza na apresentação de suas ideias e o nível de detalhamento em seus registros.

É fundamental ressaltar que as notas atribuídas com base nos indicadores que propomos são atribuídas ao grupo, e não de forma individual. Essa abordagem reflete os princípios da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas, promovendo a colaboração e a construção coletiva do conhecimento.

Para isso, é essencial que os estudantes compreendam, desde o início, as expectativas em relação à prática metodológica, enfatizando a importância da contribuição de todos. Essa perspectiva ajuda a desmistificar a noção de que o trabalho deve ser realizado individualmente antes de ser apresentado ao professor. Em vez disso, a avaliação é vista como um percurso contínuo e colaborativo, no qual cada contribuição é significativa.

REFERÊNCIAS

- Allevato, N. S. G. (2005). *Associando o computador à resolução de problemas fechados: Análise de uma experiência* [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”]. Repositório da Unesp. <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/fe580633-5bda-4db3-8e49-79078884fcbf>

- Allevato, N. S. G., Jahn, A. P., & Onuchic, L. R. (2017). O computador no ensino e aprendizagem de matemática: Reflexões sob a perspectiva da resolução de problemas. In L. de la R. Onuchic, L. C. Leal Jr., & M. Pironel (Orgs.), *Perspectivas para resolução de problemas* (pp. 247-278). Livraria da Física.
- Allevato, N. S. G., & Onuchic, L. de la R. (2021). Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: Por que através da resolução de problemas? In L. de la R. Onuchic, N. S. G. Allevato, F. C. H. Noguti, & A. M. Justulin (Orgs.), *Resolução de problemas: Teoria e prática* (2ª ed., pp. 37-57). Paco Editorial.
- Bertotti, V. I., Jr. (2021). *A resolução de problemas como proposta de abordagem do conteúdo de integração numérica em aulas de cálculo numérico na educação superior: Uma prática educativa realizada em contexto de ensino remoto* [Dissertação de mestrado, Universidade Regional de Blumenau]. Biblioteca Universitária – FURB. https://bu.furb.br/docs/DS/2021/367905_1_1.pdf
- Cai, J., & Lester, F. (2012). Por que o ensino com resolução de problemas é importante para a aprendizagem do aluno? *Boletim GEPEM*, (60), 147-162. <http://dx.doi.org/10.4322/gepem.2014.008>
- Costa, M. dos S., & Allevato, N. S. G. (2015). Avaliação: Um processo integrado ao ensino e à aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. *Acta Scientiae*, 17(2), 294-310. <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1097/1200>
- Flick, U. (2004). *Uma introdução à pesquisa qualitativa* (2ª ed.). Bookman.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (5ª ed.). Atlas.
- Gonçalves, R. (2023). *Avaliação integrada ao ensino e aprendizagem significativa das funções definidas por várias sentenças através da resolução de problemas*. [Tese de doutorado]. Universidade Cruzeiro do Sul.
- Grillo, M. C., & Lima, V. M. do R. (2010a). Especificidades da avaliação que convém conhecer. In M. C. Grillo, & R. M. Gessinger (Orgs.), *Por que falar ainda em avaliação?* (pp. 15-21). EDIPUCRS.
- Grillo, M. C., & Lima, V. M. do R. (2010b). Questões sobre avaliação da aprendizagem: A voz dos professores. In M. C. Grillo & R. M. Gessinger (Orgs.), *Por que falar ainda em avaliação?* (pp. 23-34). EDIPUCRS.
- Hoffmann, J. (2019). *Avaliação mediadora: Uma prática em construção da pré-escola à universidade* (35ª ed.). Mediação.
- Leal, L. C., Jr., & Onuchic, L. de la R. (2019). Cartografando resolução de problemas: O que há de/em/com práticas de ensino de matemática. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 15(34), 96-115. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v15i34.6650>
- Luckesi, C. C. (2011). *Avaliação da aprendizagem: Componente do ato pedagógico*. Cortez.
- Minayo, M. C. de S. (2009). Trabalho de campo: Contexto de observação, interação e descoberta. In M. C. de S. Minayo, S. F. Deslandes, & R. Gomes (Orgs.), *Pesquisa social: Teoria, método e criatividade* (28ª ed., pp. 61-77). Vozes.
- Ministério da Educação (MEC). (2018). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base*. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.

- Onuchic, L. de la R. (1999). Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In M. A. V. Bicudo (Org.), *Pesquisa em educação matemática: Concepções e perspectivas* (pp. 199-218). Editora Unesp.
- Onuchic, L. de la R., & Allevato, N. S. G. (2011). Pesquisa em resolução de problemas: Caminhos, avanços e novas perspectivas. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, 25(41), 73-98. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5739>
- Perrenoud, P. (1999). *Avaliação: Da excelência à regulação das aprendizagens – Entre duas lógicas*. Artmed.
- Pironel, M. (2019). *Avaliação para a aprendizagem: A metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas em ação* [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"]. Repositório da Unesp. <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/ea9a902f-ed11-4878-94b5-139450943d70>
- Pironel, M., & Vallilo, S. B. M. (2017). O papel da avaliação na Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas. In L. de la R. Onuchic, L. C. Leal Jr., & M. Pironel (Orgs.), *Perspectivas para resolução de problemas* (pp. 279-304). Livraria da Física.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico* (2ª ed.). Feevale.
- Silva, J. F. da. (2012). Avaliação do ensino e aprendizagem numa perspectiva formativa reguladora. In J. F. da Silva, J. Hoffmann, & M. T. Esteban (Orgs.), *Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo* (4ª ed., pp. 9-22). Mediação.
- Van de Walle, J. A. (2009). *Matemática no ensino fundamental: Formação de professores e aplicações em sala de aula* (6ª ed.). Artmed.
- Vieira, G., & Allevato, N. S. G. (2021). Resolução de problemas em educação matemática e o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem superior. *Remat – Revista Eletrônica de Matemática*, 7(n. especial), Artigo e4001. <https://doi.org/10.35819/remat2021v7iespecialid5485>
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: Como ensinar*. Artmed.

NOTA: As contribuições de cada autor para o desenvolvimento do artigo foram as seguintes: Vilmar Ibanor Bertotti Junior – conceitualização; análise de dados; pesquisa; metodologia; redação do manuscrito original. Ricardo Gonçalves – análise de dados; pesquisa; redação: revisão e aprovação da versão final. Janaína Poffo Possamai e Norma Suely Gomes Allevato – supervisão; validação de dados; redação: revisão e aprovação da versão final.