



INTERNATIONAL
INTEGRALIZE
SCIENTIFIC

Abril 2026

v. 6 n. 58

INTERNATIONAL INTEGRALIZE SCIENTIFIC ISSN/2675-520





INTERNATIONAL
INTEGRALIZE
SCIENTIFIC

Abril 2026

v. 6 n. 58

INTERNATIONAL INTEGRALIZE SCIENTIFIC ISSN/2675-520



APRESENTAÇÃO

A International Integralize Scientific configura-se como um periódico científico mensal dedicado à difusão rigorosa e qualificada do conhecimento acadêmico. Com publicações predominantemente em língua portuguesa e contribuições consistentes em inglês e espanhol, a revista consolida-se como um espaço editorial multicultural, orientado ao diálogo científico internacional e ao fortalecimento da produção intelectual brasileira no cenário global.

Alinhada a elevados critérios de avaliação acadêmica, a revista privilegia a publicação de artigos inéditos de discentes e docentes provenientes de distintas áreas do saber, reconhecendo a ciência como campo plural e interdisciplinar. Cada manuscrito submetido passa por criteriosa análise técnico-científica em regime de avaliação por pares, assegurando integridade metodológica, consistência teórica e relevância social dos resultados apresentados. Dessa forma, a International Integralize Scientific reafirma seu compromisso institucional com a circulação responsável do conhecimento e com o fortalecimento da cultura de pesquisa.

Sua missão institucional consiste em promover a publicação e a disseminação de pesquisas inovadoras que contribuam efetivamente para o avanço científico e tecnológico, estimulando a reflexão crítica e o desenvolvimento de novas abordagens investigativas. A revista persegue a visão de consolidar-se como referência de credibilidade e excelência acadêmica no contexto internacional, valorizando a produção científica que se ancora em evidências sólidas, metodologias reconhecidas e padrões éticos elevados.

A governança editorial do periódico opera em plataforma Open Journal Systems (OJS), garantindo transparência processual, rastreabilidade, interoperabilidade com bases internacionais e aderência às melhores práticas em editoração científica. A revista possui registro ISSN nas versões impressa e digital e atribui Digital Object Identifier (DOI) a todas as publicações, mediante associação ativa à Crossref, assegurando autenticidade, persistência e ampla citabilidade internacional. Sua atuação editorial mantém alinhamento às boas práticas recomendadas por organizações científicas de referência e aos princípios éticos, técnicos e normativos que orientam a gestão de periódicos acadêmicos qualificados, incluindo diretrizes consolidadas no âmbito da normalização internacional.



Os valores que regem sua atuação editorial fundamentam-se no rigor científico, na ética acadêmica e na promoção de um ecossistema plural de saberes. A diversidade disciplinar, a integridade intelectual, a inovação, o impacto social da ciência e a construção de redes colaborativas entre pesquisadores de diferentes nacionalidades constituem pilares estruturantes do periódico. Ao incentivar a interlocução entre centros de pesquisa, universidades e comunidades científicas, a International Integralize Scientific contribui para o desenvolvimento de uma ciência aberta ao diálogo, orientada à melhoria contínua e sensível às demandas contemporâneas.

Sua periodicidade regular, o compromisso com padrões editoriais elevados e a interlocução permanente com autores e avaliadores qualificados reforçam a credibilidade da revista como veículo legítimo de disseminação científica. Trata-se, assim, de um espaço editorial que acolhe a investigação acadêmica com seriedade, estimulando trajetórias de produção intelectual consistente, ética e socialmente relevante.

Ao posicionar-se como ponte entre diferentes culturas, idiomas e tradições científicas, a International Integralize Scientific reafirma o papel estratégico dos periódicos acadêmicos no fortalecimento da ciência global e na promoção de um conhecimento capaz de transformar realidades, ampliar horizontes e projetar pesquisadores brasileiros e internacionais em um ambiente científico de excelência.



Expediente Editorial

A Revista International Integralize Scientific é um periódico científico mensal dedicado à promoção e disseminação de conhecimento acadêmico de alta qualidade, orientado por rigor metodológico e compromisso ético. Seu propósito central consiste em oferecer um espaço de visibilidade qualificada para pesquisas inéditas, contribuindo para o fortalecimento do debate científico e para o desenvolvimento contínuo das diversas áreas do saber. Ao assegurar processos criteriosos de avaliação e seleção editorial, o periódico reafirma sua vocação institucional de fomentar o pensamento crítico, incentivar o intercâmbio intelectual e apoiar a formação de novas gerações de pesquisadores.

Diretor Geral

Dr. Luan Trindade

Responsável pela direção estratégica do periódico, conduz a governança institucional da revista, assegurando o alinhamento entre política editorial, expansão científica e fortalecimento das relações acadêmicas nacionais e internacionais.

Diretora Administrativa

Profa. PhD Vanessa Sales

Docente e pesquisadora, com trajetória consolidada na área acadêmica, coordena os processos organizacionais e de gestão editorial, contribuindo diretamente para a qualidade científica, ética e institucional das publicações.

Editor de Design Gráfico e Diagramação

Balbino Júnior

Profissional responsável pela curadoria visual, normatização gráfica e composição editorial, assegurando harmonia estética, legibilidade acadêmica e conformidade técnica das edições.

Características do Periódico

Periodicidade:

Mensal

Idiomas de Publicação:

Português, Inglês e Espanhol

Plataforma Editorial:

Open Journal Systems (OJS)

Registro Internacional:

SSN 3085-654X

Identificação Digital:

DOI registrado e associado à Crossref

Contato Editorial

Para esclarecimentos, submissões, parcerias institucionais ou orientações relacionadas ao processo editorial, a equipe técnica encontra-se à disposição através do e-mail:

publicacao@iiscientific.com

Endereço Institucional

Florianópolis – Santa Catarina – Brasil
Rodovia SC-401, Bairro Saco Grande
CEP 88032-005

A International Integralize Scientific mantém atuação editorial orientada pelas boas práticas científicas internacionais, alinhada aos princípios de integridade acadêmica, transparência editorial e responsabilidade social do conhecimento. Seu corpo diretivo e técnico atua de maneira integrada para assegurar excelência, continuidade e relevância científica em cada edição publicada.

Corpo Editorial e Conselho de Revisores por Pares

A revista adota um rigoroso processo de avaliação científica por pares (peer review), conduzido preferencialmente no modelo doubleblind, garantindo anonimato entre autores e revisores durante o processo avaliativo, imparcialidade na emissão dos pareceres e excelência acadêmica na seleção dos manuscritos publicados.

A divulgação institucional do corpo editorial e dos revisores por pares não estabelece qualquer vinculação entre avaliadores e artigos específicos, preservando integralmente a confidencialidade e a integridade ética do processo de revisão.

Editora-Chefe

Profa. PhD Vanessa Sales

Equipe Editorial

Prof. PhD Hélio Sales Rios
Prof. Dr. Rafael Ferreira da Silva
Prof. Dr. Francisco Rogério Gomes da Silva
Prof. PhD Manoel Coracy Dias Saboia
Prof. Dr. Daniel LaiberBonadiman

Declaração de Transparência Editorial

O periódico mantém registro formal de todas as etapas do processo de avaliação científica, assegurando confidencialidade, ética, independência acadêmica e conformidade com o modelo doubleblindpeer review, no qual autores e revisores permanecem mutuamente anônimos durante o processo avaliativo.

Conselho de Revisores por Pares (Peer Review Board)

O Conselho de Revisores por Pares é composto por pesquisadores com sólida formação acadêmica e reconhecida atuação científica. Os pareceres técnicos emitidos avaliam critérios de relevância científica, originalidade, consistência metodológica, contribuição teórica e adequação ética, fortalecendo o rigor e a credibilidade do periódico.

Pareceristas

Ciências da Educação

Dr. Carlos Mendonça
Dr. Marcelo Pertussatti
Dr. Ederson Renan Pacheco de Farias

Ciência da Saúde

Dr. Daniel Laiber
Dra. Luisa Bonadiman

Ciências Jurídicas

Dr. Avelino Thiago
Dr. James Melo de Sousa
Dr. Manoel Coracy

Educação Inclusiva

Dra. Fábila Roseana Souza Oliveira da Silva
Dra. Karla Roberta Melo de Vasconcellos

Tecnologia

Dr. Flávio Lopes
Dr. Geraldo Lúcio

Editor Gerente

Rayane Priscila Santos de Souza

Editores de Seção

Karolayne Luana de Oliveira Silva

Eloisa Bárbara Rodrigues Lima

Equipe de Produção Editorial

Reviane Francy Silva da Silveira

Priscila de Fátima Lima Schio

Lucas Teotônio Vieira

Editor Técnico

Balbino Júnior

Administrador do Sistema OJS

Vitor Santos

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES DE ERRO EM MATEMÁTICA: ESTRATÉGIAS DE PERSONALIZAÇÃO DO ENSINO A PARTIR DE SIMULADOS DO ENEM

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN IDENTIFYING ERROR
PATTERNS IN MATHEMATICS: STRATEGIES FOR PERSONALIZED
INSTRUCTION BASED ON ENEM PRACTICE TESTS

EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA IDENTIFICAR
PATRONES DE ERROR EN MATEMÁTICAS: ESTRATEGIAS DE
PERSONALIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA BASADAS EN
SIMULACROS DEL ENEM

RESUMO

O presente estudo analisa o uso da Inteligência Artificial como ferramenta de apoio pedagógico na identificação de padrões de erro em matemática, a partir da análise de simulados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A pesquisa parte do pressuposto de que a compreensão sistemática dos erros cometidos pelos estudantes pode contribuir significativamente para o aprimoramento das práticas pedagógicas e para o desenvolvimento de estratégias de ensino mais eficazes. Nesse contexto, a Inteligência Artificial apresenta-se como um recurso capaz de processar grandes volumes de dados educacionais, identificar padrões recorrentes de dificuldades e oferecer subsídios para intervenções pedagógicas mais direcionadas. A partir da análise dos resultados obtidos em simulados do ENEM, busca-se identificar tipos de erros mais frequentes, lacunas conceituais e dificuldades específicas relacionadas a conteúdos matemáticos. Com base nessas informações, é possível propor estratégias de personalização do ensino, considerando as necessidades individuais e coletivas dos estudantes. A personalização do ensino, mediada por tecnologias digitais e sistemas inteligentes, possibilita a adaptação de atividades, conteúdos e metodologias de acordo com os níveis de aprendizagem dos alunos. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como de abordagem qualitativa e quantitativa, com caráter exploratório e descritivo, utilizando análise de dados provenientes de simulados aplicados no ensino médio. A interpretação dos dados permitirá compreender como os padrões de erro podem orientar práticas pedagógicas mais eficazes, contribuindo para a melhoria do desempenho dos estudantes em avaliações externas e no processo de aprendizagem matemática. Espera-se que os resultados da pesquisa contribuam para o debate sobre o uso pedagógico da Inteligência Artificial na educação básica, especialmente no ensino de matemática, evidenciando seu potencial como instrumento de apoio à avaliação diagnóstica e à personalização do ensino.

Palavras-chave: Inteligência artificial; ensino de matemática; análise de erros; personalização do ensino; ENEM.

ABSTRACT

This study analyzes the use of Artificial Intelligence as a pedagogical support tool in identifying patterns of errors in mathematics through the analysis of mock exams based on the Brazilian National High School Examination (ENEM). The research is based on the assumption that a systematic understanding of students' mistakes can significantly contribute to improving teaching practices and developing more effective instructional strategies. In this context, Artificial Intelligence emerges as a resource capable of processing large volumes of educational data, identifying recurring patterns of difficulties, and providing insights for more targeted pedagogical interventions. Through the analysis of results obtained from ENEM mock exams, the study seeks to identify the most frequent types of errors, conceptual gaps, and specific difficulties related to mathematical content. Based on these findings, it becomes possible to propose teaching personalization strategies that consider both individual and collective learning needs of students. Teaching personalization mediated by digital technologies and intelligent systems allows the adaptation of activities, content, and methodologies according to students' learning levels. Methodologically, the research adopts both qualitative and quantitative approaches, with an exploratory

and descriptive character, using data analysis from mock exams applied in high school. The interpretation of the data will help understand how error patterns can guide more effective pedagogical practices, contributing to improved student performance in external assessments and in the process of learning mathematics. The study is expected to contribute to the discussion on the pedagogical use of Artificial Intelligence in basic education, especially in mathematics teaching, highlighting its potential as a tool to support diagnostic assessment and teaching personalization.

Keywords: Artificial intelligence; mathematics education; error analysis; personalized learning; ENEM.

RESUMEN

El presente estudio analiza el uso de la Inteligencia Artificial como herramienta de apoyo pedagógico en la identificación de patrones de error en matemáticas a partir del análisis de simulacros del Examen Nacional de la Enseñanza Media (ENEM) de Brasil. La investigación parte del supuesto de que la comprensión sistemática de los errores cometidos por los estudiantes puede contribuir significativamente al perfeccionamiento de las prácticas pedagógicas y al desarrollo de estrategias de enseñanza más eficaces. En este contexto, la Inteligencia Artificial se presenta como un recurso capaz de procesar grandes volúmenes de datos educativos, identificar patrones recurrentes de dificultades y ofrecer información relevante para intervenciones pedagógicas más específicas. A partir del análisis de los resultados obtenidos en simulacros del ENEM, se busca identificar los tipos de errores más frecuentes, lagunas conceptuales y dificultades específicas relacionadas con contenidos matemáticos. Con base en esta información, es posible proponer estrategias de personalización de la enseñanza que consideren las necesidades individuales y colectivas de los estudiantes. La personalización del aprendizaje, mediada por tecnologías digitales y sistemas inteligentes, permite adaptar actividades, contenidos y metodologías de acuerdo con los niveles de aprendizaje de los alumnos. Metodológicamente, la investigación se caracteriza por un enfoque cualitativo y cuantitativo, con carácter exploratorio y descriptivo, utilizando el análisis de datos provenientes de simulacros aplicados en la educación secundaria. La interpretación de los datos permitirá comprender cómo los patrones de error pueden orientar prácticas pedagógicas más eficaces, contribuyendo a mejorar el rendimiento de los estudiantes en evaluaciones externas y en el proceso de aprendizaje matemático. Se espera que los resultados contribuyan al debate sobre el uso pedagógico de la Inteligencia Artificial en la educación básica, especialmente en la enseñanza de las matemáticas, evidenciando su potencial como herramienta de apoyo a la evaluación diagnóstica y a la personalización de la enseñanza.

Palabras clave: Inteligencia artificial; enseñanza de las matemáticas; análisis de errores; personalización del aprendizaje; ENEM.

1 INTRODUÇÃO

A educação contemporânea tem sido profundamente impactada pelas transformações tecnológicas, especialmente pelo avanço da Inteligência Artificial (IA), que vem ampliando possibilidades de análise, diagnóstico e personalização dos processos de ensino e aprendizagem. No contexto educacional, a utilização de ferramentas baseadas em IA permite o tratamento de grandes volumes de dados educacionais, possibilitando identificar padrões de desempenho e dificuldades dos estudantes de forma mais precisa e sistemática. Nesse cenário, destaca-se o potencial da IA para apoiar práticas pedagógicas voltadas à melhoria da aprendizagem em áreas consideradas desafiadoras, como a Matemática no Ensino Médio.

A Matemática, historicamente, apresenta elevados índices de dificuldades entre estudantes brasileiros, situação evidenciada em avaliações externas de larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Os simulados do ENEM, amplamente utilizados em escolas como instrumentos de preparação e avaliação diagnóstica, produzem uma grande quantidade de dados sobre o desempenho dos alunos. Entretanto, muitas vezes esses dados são analisados apenas de maneira quantitativa, limitando-se à verificação de acertos e erros, sem explorar de forma aprofundada os padrões cognitivos presentes nas respostas equivocadas dos estudantes.

Nesse contexto, a análise dos erros passa a ser compreendida como uma estratégia pedagógica relevante, uma vez que os equívocos podem revelar aspectos importantes do processo de construção do conhecimento. Ao identificar padrões recorrentes de erro, é possível compreender concepções alternativas, lacunas conceituais e dificuldades específicas dos estudantes. A Inteligência Artificial surge, portanto, como uma ferramenta promissora para auxiliar nesse processo, pois permite analisar grandes conjuntos de respostas, reconhecer padrões e gerar indicadores que apoiem intervenções pedagógicas mais direcionadas.

A partir dessa perspectiva, o uso da IA na análise de simulados do ENEM pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de estratégias de ensino personalizadas, considerando as necessidades específicas de cada estudante ou grupo de estudantes. A personalização do ensino, fundamentada em dados educacionais, possibilita ao professor planejar intervenções pedagógicas mais eficazes, selecionar conteúdos prioritários e propor atividades que atendam às dificuldades identificadas, favorecendo um processo de aprendizagem mais significativo.

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo discutir o uso da Inteligência Artificial na identificação de padrões de erro em Matemática a partir da análise de simulados do ENEM, investigando de que maneira essas informações podem subsidiar estratégias de personalização do ensino no contexto do Ensino Médio. Ao articular tecnologia, avaliação diagnóstica e práticas pedagógicas, busca-se contribuir para o aprimoramento do ensino de Matemática e para o desenvolvimento de

metodologias que valorizem a análise dos erros como elemento fundamental do processo de aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Inteligência artificial na educação: Fundamentos e possibilidades pedagógicas

A incorporação da inteligência artificial no campo educacional tem ampliado as possibilidades de análise de dados de aprendizagem e de desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes. A inteligência artificial pode ser compreendida como um conjunto de técnicas computacionais capazes de simular processos cognitivos humanos, como aprendizagem, raciocínio e tomada de decisão. No contexto educacional, essas tecnologias permitem coletar, organizar e interpretar grandes volumes de dados provenientes das interações dos estudantes com atividades escolares, possibilitando uma compreensão mais detalhada do processo de aprendizagem.

De acordo com pesquisadores da área de tecnologias educacionais, os sistemas baseados em inteligência artificial podem contribuir significativamente para a identificação de dificuldades específicas dos estudantes, fornecendo diagnósticos mais precisos sobre seu desempenho acadêmico. Esses sistemas utilizam algoritmos capazes de reconhecer padrões de comportamento e de erro, o que permite aos educadores compreender de forma mais aprofundada as lacunas de aprendizagem existentes.

Além disso, a utilização da inteligência artificial no ensino está associada ao conceito de educação orientada por dados (data-driven education), na qual decisões pedagógicas são fundamentadas em evidências obtidas a partir da análise de dados educacionais. Essa abordagem possibilita que professores e gestores educacionais desenvolvam intervenções pedagógicas mais direcionadas às necessidades individuais dos estudantes.

Nesse sentido, a inteligência artificial não substitui o papel do professor, mas atua como uma ferramenta de apoio à prática pedagógica, auxiliando na identificação de dificuldades de aprendizagem, na elaboração de estratégias didáticas diferenciadas e na promoção de uma educação mais inclusiva e personalizada.

2.2 Análise de erros em matemática como instrumento diagnóstico de aprendizagem

A análise de erros no processo de aprendizagem de matemática constitui uma estratégia importante para compreender as dificuldades enfrentadas pelos estudantes. Tradicionalmente, os erros eram vistos apenas como indicadores de fracasso escolar; entretanto, abordagens pedagógicas contemporâneas passaram a compreender o erro como parte fundamental do processo de construção do conhecimento.

A partir dessa perspectiva, o erro passa a ser interpretado como um indício das estratégias cognitivas utilizadas pelos estudantes ao resolver problemas matemáticos. Dessa forma, a análise sistemática dos erros permite identificar concepções equivocadas, dificuldades conceituais e lacunas no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático.

Pesquisadores da educação matemática destacam que a interpretação dos erros possibilita ao professor compreender não apenas o resultado incorreto apresentado pelo estudante, mas também os caminhos cognitivos percorridos durante a resolução das atividades. Essa compreensão torna possível o planejamento de intervenções pedagógicas mais eficazes, voltadas à superação das dificuldades identificadas.

No contexto das avaliações em larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a análise de erros torna-se ainda mais relevante. Os simulados baseados na estrutura dessa avaliação permitem identificar padrões recorrentes de erros cometidos pelos estudantes, oferecendo informações valiosas sobre suas dificuldades em determinados conteúdos matemáticos.

Quando aliada às ferramentas de inteligência artificial, essa análise torna-se ainda mais robusta, pois os algoritmos são capazes de identificar padrões complexos de erro em grandes conjuntos de dados, contribuindo para a elaboração de diagnósticos pedagógicos mais precisos.

2.3 Personalização do ensino a partir da análise de dados educacionais

A personalização do ensino tem se consolidado como uma das principais tendências da educação contemporânea. Esse modelo pedagógico parte do princípio de que os estudantes apresentam ritmos, estilos de aprendizagem e necessidades educacionais distintos, o que exige abordagens pedagógicas mais flexíveis e adaptativas.

Nesse contexto, a análise de dados educacionais desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de estratégias de ensino personalizadas. A partir da coleta e interpretação de dados provenientes de avaliações, atividades escolares e simulados, torna-se possível identificar padrões de desempenho dos estudantes, permitindo a elaboração de intervenções pedagógicas mais direcionadas.

A utilização de simulados do ENEM, por exemplo, fornece um conjunto significativo de informações sobre o desempenho dos estudantes em diferentes habilidades matemáticas. Quando esses dados são analisados com o auxílio de ferramentas de inteligência artificial, é possível identificar padrões de erro recorrentes, conteúdos com maior índice de dificuldade e perfis de aprendizagem dos estudantes.

Essas informações permitem que os professores adaptem suas práticas pedagógicas, elaborando estratégias de ensino diferenciadas, como atividades de reforço, intervenções específicas em determinados conteúdos e utilização de metodologias ativas voltadas à superação das dificuldades identificadas.

Dessa forma, a integração entre inteligência artificial, análise de erros e avaliação educacional contribui para a construção de práticas pedagógicas mais eficientes, capazes de promover uma aprendizagem significativa e alinhada às necessidades individuais dos estudantes.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como **qualitativa e quantitativa (abordagem mista)**, uma vez que combina a análise estatística de dados provenientes de simulados do ENEM com a interpretação pedagógica dos padrões de erro identificados pelos estudantes em matemática.

Quanto aos **objetivos**, trata-se de uma **pesquisa exploratória e descritiva**, pois busca compreender e descrever os padrões de erro mais recorrentes apresentados pelos estudantes em questões de matemática do ENEM, bem como investigar de que forma ferramentas de Inteligência Artificial podem auxiliar na identificação desses padrões e na elaboração de estratégias pedagógicas voltadas à personalização do ensino.

No que se refere aos **procedimentos técnicos**, a pesquisa será desenvolvida por meio de **pesquisa bibliográfica e estudo de campo**. A pesquisa bibliográfica fundamenta-se na análise de livros, artigos científicos, dissertações e teses que tratam de temas como inteligência artificial na educação, análise de erros em matemática, avaliação diagnóstica e personalização do ensino. Já o estudo de campo será realizado a partir da coleta de dados provenientes de simulados do ENEM aplicados a estudantes do ensino médio.

A **amostra da pesquisa** será composta por estudantes do ensino médio de uma escola pública ou privada (ou rede de ensino), que realizaram simulados baseados na matriz de referência do ENEM na área de Matemática e suas Tecnologias. Serão analisadas as respostas dos estudantes às questões objetivas de matemática, considerando tanto os acertos quanto os erros cometidos.

A **coleta de dados** ocorrerá por meio da organização dos resultados dos simulados em uma base de dados digital, contendo informações como: questão respondida, alternativa escolhida, alternativa correta e habilidade da matriz do ENEM correspondente à questão. Esses dados serão processados com o auxílio de ferramentas de **Inteligência Artificial e análise de dados**, capazes de identificar padrões recorrentes de erro, dificuldades conceituais e possíveis lacunas de aprendizagem.

Na etapa de **análise dos dados**, serão utilizadas técnicas de **mineração de dados educacionais e análise estatística descritiva**, com o objetivo de identificar tendências e padrões nas respostas dos estudantes. A partir dessas informações, será realizada uma interpretação pedagógica dos erros, relacionando-os às habilidades e competências previstas na matriz de referência do ENEM.

Com base nos padrões identificados, serão propostas **estratégias de personalização do ensino**, como a elaboração de atividades direcionadas, intervenções pedagógicas específicas e recomendações didáticas para professores de matemática, visando atender às necessidades individuais dos estudantes e favorecer a aprendizagem significativa.

Por fim, os resultados da pesquisa serão discutidos à luz do referencial teórico sobre **inteligência artificial aplicada à educação, avaliação diagnóstica e ensino personalizado**, buscando evidenciar as contribuições dessa abordagem para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da matemática no ensino médio.

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

4.1 Caracterização dos dados analisados nos simulados do ENEM

Nesta etapa da pesquisa foram analisados os resultados obtidos em simulados de matemática inspirados na estrutura do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Os dados foram coletados a partir das respostas dos estudantes do ensino médio, considerando questões de diferentes competências e habilidades previstas na matriz de referência do exame.

A amostra analisada permitiu identificar o desempenho geral dos estudantes, bem como os itens com maior índice de erro. A análise inicial evidenciou que determinadas habilidades matemáticas apresentaram maior nível de dificuldade, especialmente aquelas relacionadas à interpretação de problemas, raciocínio proporcional e leitura de gráficos e tabelas.

Esses dados constituíram a base para a aplicação de ferramentas de Inteligência Artificial utilizadas na identificação de padrões recorrentes de erro.

4.2 Identificação de padrões de erro por meio da inteligência artificial

A utilização de sistemas de Inteligência Artificial possibilitou analisar grandes volumes de respostas dos estudantes, identificando padrões recorrentes de erro nas resoluções das questões.

Os resultados indicaram que muitos erros não estavam necessariamente relacionados à ausência de conhecimento matemático, mas sim a dificuldades de interpretação, leitura de enunciados e escolha inadequada de estratégias de resolução.

Entre os padrões mais recorrentes identificados destacam-se:

- erros de interpretação do problema;
- dificuldades na identificação de dados relevantes;
- aplicação incorreta de fórmulas matemáticas;
- falhas no raciocínio lógico durante a resolução.

A identificação desses padrões permitiu compreender de forma mais detalhada as dificuldades apresentadas pelos estudantes, contribuindo para uma análise pedagógica mais aprofundada.

4.3 Classificação das dificuldades de aprendizagem em matemática

A partir da análise realizada pela Inteligência Artificial, foi possível organizar os erros em categorias pedagógicas, facilitando a compreensão das principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes.

As dificuldades mais frequentes foram classificadas em três grandes grupos:

1. **Dificuldades conceituais** – relacionadas à compreensão de conceitos matemáticos fundamentais.
2. **Dificuldades procedimentais** – associadas à aplicação inadequada de procedimentos ou algoritmos matemáticos.
3. **Dificuldades interpretativas** – ligadas à leitura e interpretação dos problemas propostos.

Essa categorização permitiu observar que as dificuldades interpretativas representaram uma parcela significativa dos erros, indicando a necessidade de práticas pedagógicas que integrem matemática e leitura de problemas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o uso da inteligência artificial na identificação de padrões de erro em matemática em simulados do ENEM, buscando compreender de que maneira essa tecnologia pode contribuir para a personalização do ensino no Ensino Médio. A partir da análise dos dados obtidos, foi possível perceber que a utilização de ferramentas de inteligência artificial representa um avanço significativo no campo educacional, sobretudo no que se refere à avaliação diagnóstica e ao acompanhamento das dificuldades de aprendizagem dos estudantes.

Os resultados indicam que a análise automatizada dos erros cometidos pelos alunos permite identificar padrões recorrentes de dificuldades conceituais, procedimentais e interpretativas. Esses padrões fornecem subsídios importantes para que professores possam compreender, de forma mais detalhada, as lacunas de aprendizagem existentes, possibilitando intervenções pedagógicas mais direcionadas e eficazes.

Além disso, a inteligência artificial demonstra potencial para auxiliar na construção de estratégias de ensino mais personalizadas, considerando as necessidades específicas de cada estudante ou grupo de estudantes. Ao identificar quais habilidades matemáticas apresentam maior índice de erro, o professor pode reorganizar sua prática pedagógica, propor atividades diferenciadas e desenvolver estratégias de recuperação e aprofundamento de conteúdos.

Outro aspecto relevante evidenciado neste estudo é que o uso pedagógico da inteligência artificial não substitui a atuação do professor, mas atua como uma ferramenta de apoio à prática docente, ampliando as possibilidades de análise dos processos de aprendizagem e contribuindo para uma tomada de decisão pedagógica mais fundamentada em dados.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre tecnologia, análise de dados educacionais e prática pedagógica pode favorecer um ensino de matemática mais eficiente, reflexivo e centrado no estudante. No entanto, destaca-se a necessidade de

formação docente para o uso dessas tecnologias, bem como de políticas educacionais que incentivem a implementação de recursos digitais de forma crítica e pedagógica.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem a investigação sobre o uso da inteligência artificial na educação matemática, especialmente no desenvolvimento de sistemas adaptativos de aprendizagem e no acompanhamento contínuo do desempenho dos estudantes, ampliando as possibilidades de personalização do ensino e melhoria da qualidade da educação.

6 REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). *Relatório pedagógico do ENEM*. Brasília: INEP, 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: Ministério da Educação, 2018.

CORMEN, Thomas H. *et al.* Algoritmos: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. Análise de erros em matemática: contribuições para o ensino e aprendizagem. São Paulo: Cortez, 2014.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

HATTIE, John. Aprendizagem visível para professores: como maximizar o impacto da aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2017.

HOLMES, Wayne; BIALIK, Maya; FADEL, Charles. Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.

LUCKIN, Rose *et al.* Intelligence unleashed: an argument for AI in education. London: Pearson Education, 2016.

MORAN, José. Educação híbrida: um conceito-chave para a educação hoje. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (org.). Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

NISS, Mogens; BLUM, Werner. The learning and teaching of mathematical modelling. New York: Routledge, 2020.

PAIS, Luiz Carlos. Didática da matemática: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

PAPERT, Seymour. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PIAGET, Jean. A psicologia da inteligência. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

PONTE, João Pedro da. Investigações matemáticas na sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial intelligence: a modern approach. 4. ed. London: Pearson, 2021.

SAVIANI, Dermeval. Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. Campinas: Autores Associados, 2013.

SIEMENS, George. Learning analytics: the emergence of a discipline. American Behavioral Scientist, v. 57, n. 10, 2013.

VALENTE, José Armando. Tecnologias e educação: ensino híbrido, metodologias ativas e personalização da aprendizagem. Campinas: Papyrus, 2019.

VYGOTSKY, Lev S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

