



**Contemporânea**

*Contemporary Journal*

4(1): 2121-2144, 2024

ISSN: 2447-0961

**Artigo**

# **APLICAÇÕES DA MATEMÁTICA NO CAMPO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÕES E DESAFIOS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA**

APPLICATIONS OF MATHEMATICS IN THE FIELD OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: INNOVATIONS AND CHALLENGES FOR TEACHING MATHEMATICS

DOI: 10.56083/RCV4N1-117

Recebimento do original: 15/12/2023

Aceitação para publicação: 19/01/2024

## **Íris Costa da Silva**

Mestre em Educação

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650, Central, Macapá-AP, CEP: 68900-070

E-mail: irish.costads@gmail.com

## **Claudionor de Oliveira Pastana**

Doutor em Ensino

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650, Central, Macapá-AP, CEP: 68900-070

E-mail: claudionor.pastana@ueap.edu.br

## **Antonio Marcos de Jesus de Souza Pereira**

Mestrando em Engenharia de Software

Instituição: Observatório da Indústria do Amapá (SESI/SENAI-AP)

Endereço: Av. Padre Júlio Maria Lombaerd, 2000, Santa Rita, Macapá-AP, CEP: 68900-030

E-mail: amjsp@hotmail.com

## **Marco Antônio Pedrosa da Costa**

Especialista em Gestão Estratégica Financeira

Instituição: Prefeitura Municipal de Macapá (PMM)

Endereço: Av. Presidente Vargas, 1158, Centro, Macapá-AP, CEP: 68900-070

E-mail: marcopdc59@gmail.com



## **Gerlany de Fátima dos Santos Pereira**

Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas

Instituição: Universidade do Estado do Amapá

Endereço: Av. Presidente Vargas, 650, Bairro Central, Macapá-AP, CEP: 68900-070

E-mail: gerlany.pereira@ueap.edu.br

**RESUMO:** Cotidianamente percebe-se de forma mais evidente que a Inteligência Artificial (IA) tem trazido benefícios imensuráveis para a sociedade. Quando se trata da matemática, essa percepção fica clara a partir de métodos matemáticos em algoritmos inteligentes. Nessa construção, este estudo tem por objetivo geral investigar as aplicações da Matemática no campo da IA. E por objetivos específicos centra-se em Contrastar historicamente sobre as inovações no ensino da Matemática; Evidenciar as aplicações da Matemática no campo da IA; Exemplificar as aplicações de cálculos matemáticos na IA, seus desafios e benefícios. Para atender ao proposto neste estudo, utiliza-se de uma pesquisa Bibliográfica e Documental embasados por Sá-Silva; Almeida; Guindan (2009) e evidências de abordagem qualitativa nos termos de Minayo (2012). Os dados foram analisados por meio de análise de conteúdos Bardin (2011). Por fim, este breve estudo nos demonstra que a IA na Matemática desempenha relevância fundamental, visto que através do uso de fórmulas matemáticas, algoritmos e métodos estatísticos, é capaz de modelar os sistemas de IA de forma eficiente e preditiva, sobretudo, na Álgebra Linear.

**PALAVRAS-CHAVE:** Álgebra Linear, Cálculo, Probabilidade e Estatística, Redes Neurais.

**ABSTRACT:** Every day it is more evident that Artificial Intelligence (AI) has brought immeasurable benefits to society. When it comes to mathematics, this perception is clear from mathematical methods in intelligent algorithms. In this construction, the general objective of this study is to investigate the applications of Mathematics in the field of AI. And for specific objectives it focuses on Historically contrasting innovations in Mathematics teaching; Highlight the applications of Mathematics in the field of AI; Exemplify the applications of mathematical calculations in AI, their challenges and benefits. To meet the objectives of this study, Bibliographic and Documentary research is used based on Sá-Silva; Almeida; Guindan (2009) and evidence of a qualitative approach in terms of Minayo (2012). The data was analyzed using content analysis Bardin (2011). Finally, this brief study shows us that AI in Mathematics has fundamental relevance, since through the use of mathematical formulas, algorithms and statistical methods, it is capable of modeling AI systems in an efficient and predictive way, especially in Linear Algebra.



**KEYWORDS:** Linear Algebra, Calculation, Probability And Statistics, Neural Networks.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença  
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

## 1. Introdução

Quando falamos de inovação é interessante discorrer a respeito de simples mudanças que tornaram possíveis a evolução da humanidade. Tais como a descoberta do fogo, a comunicação nas cavernas com artes rupestres, a invenção da roda e da prensa, entre outros achados de igual relevância. É no sentido de inquietude, que surgiu a inovação, assim como essa teve sua gênese no poder de observação do *Homo sapiens*.

Inovar é criar algo, é introduzir novidades, renovar, recriar. A inovação é sempre tida como sinônimo de mudanças e/ou melhorias de algo já existente (Portal da Indústria, 2023). Um dos grandes pensadores da inovação, é o economista e cientista político austríaco Joseph Schumpeter, que é conhecido como o “pai da inovação”. Schumpeter dizia que a “destruição criativa” é a melhor forma de inovar. Ou seja, tudo o que é criado pode ser destruído e criado novamente. Pode parecer complexo, à primeira vista, mas a ideia é simples.

Teté (2023) afirma que educação sempre foi e sempre será a melhor forma de evolução. É nesse pensamento que fazemos o link para a Inteligência Artificial (IA). A chamada ‘tecnologia cognitiva’ passa a realizar tarefas repetitivas mentais. Entretanto, para que possamos utilizar IA em nosso cotidiano, é necessário sempre olhar para o passado e ver quantas coisas mudaram e o quanto nós já nos adaptamos. E para isso, continuar se



transformando, aprendendo, e se educando são nossos desafios (Teté, 2023).

Ao utilizá-la teremos que aprender a fazer tarefas mentais mais complexas para aquilo que a máquina (ainda) não consegue fazer. Por exemplo, melhorar nosso senso crítico, se adaptar melhor as diversas situações cotidianas, ampliar nossa inteligência e entre outras habilidades humanas (Teté, 2023).

A IA funciona por meio da criação de algoritmos que permitem que as máquinas analisem dados e façam previsões. Esses algoritmos são baseados em Matemática e Estatística (Aplusplatform, 2023). Os estudos sobre IA tiveram seu início há mais de 2 mil anos, pelos filósofos que buscavam entender o funcionamento do cérebro humano e descrever os mecanismos do pensamento (Azevedo et al., 2021).

Contudo, o campo de pesquisa da IA como conhecemos hoje, foi criado em 1956 na Universidade de Dartmouth (Russel & Norvig, 2009) e, a partir desse marco, tivemos inúmeros avanços. Nos dias de hoje, é possível encontrar aplicações de IA nos mais diversos lugares do nosso cotidiano: plataformas de *streaming*, mecanismos de busca na internet, recomendações de compras em lojas de *e-commerce*, *chatbots*, entre outras (Equipe Totvs, 2018). É nesse sentido que entendemos o uso de IA como uma inovação e desafio no ensino de Matemática.

“Por ser uma área de pesquisa extremamente abrangente presente em incontáveis momentos do nosso cotidiano, atrai e desperta naturalmente o interesse nos alunos, estimulando a curiosidade e a criatividade” (Azevedo et al., 2021, p. 1). A IA é um excelente assunto para ser abordado nas salas de aula. E assim, apresentar, por meio de aplicações presentes no cotidiano, a relação com a Matemática que está imbricada nos algoritmos responsáveis pelos mecanismos de IA (Evsukoff, 2020).



Assim, a IA é uma das áreas mais avançadas da tecnologia atualmente. Com o uso de algoritmos e computação, máquinas podem aprender e melhorar suas habilidades, se tornando mais eficientes e precisas. Entretanto, por trás de toda a tecnologia de IA, há uma grande quantidade de Matemática envolvida.

Neste artigo, temos por objetivo geral, investigar as aplicações da Matemática no campo da IA. E por objetivos específicos: 1) Contrastar historicamente sobre as inovações no ensino da Matemática; 2) Evidenciar as aplicações da Matemática no campo da IA; 3) Exemplificar as aplicações de cálculos matemáticos na IA, seus desafios e benefícios.

Para isso, fizemos uma pesquisa Bibliográfica e Documental com abordagem qualitativa nos termos de Minayo (2012). O elemento diferenciador entre os dois tipos de pesquisa está na natureza das fontes: a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema, atentando para as fontes secundárias, enquanto a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias (Sá-Silva; Almeida; Guindan, 2009). Dessa forma, neste texto, temos as duas abordagens. As análises seguiram os passos da análise de conteúdo nos termos de Bardin (2011).

## **2. Resultados e Discussões**

Buscamos trazer nessa seção um breve relato histórico sobre as inovações no ensino da Matemática; as aplicações da Matemática no campo da IA e alguns exemplos dessas aplicações; evidenciando as aplicações de cálculos matemáticos na IA, seus desafios e benefícios.





## 2.1 Breve Relato Histórico sobre as Inovações no Ensino da Matemática

Apresentamos aqui um breve recorte temporal de 1880 a 1970, durante o qual foram selecionadas três instituições que representaram os períodos de inovação no ensino da Matemática, quais sejam: Escola Americana (1880-1920), Escola Normal da Praça (1930-1950) e Escola Experimental Vera Cruz (1960-1970).

Em diferentes momentos históricos, foram mobilizados elementos com vista à renovação dos métodos e conteúdos de ensino que poderiam proporcionar aos alunos condições mais favoráveis ao aprendizado da Matemática. Em específico, um dos expedientes presentes nessas propostas inovadoras dizia respeito ao uso de materiais didáticos que poderiam auxiliar o professor. Diferentes processos de ensino usaram desde materiais encontrados no dia a dia até sofisticados conjuntos de formas, elaborados para atender à chamada Psicologia Cognitiva (Benfatti, 2014, p. 2).

No que concerne à Escola Americana, é associada à religião protestante e berço da atual Universidade Mackenzie. Nessa escola, foi abolida a prática de castigos físicos e estipulou-se o ensino por série, graduado, inovando no ensino de Matemática. Além disso, importou dos Estados Unidos da América o chamado 'ensino intuitivo'. Nele a novidade era o objeto usado, tais como: materiais de uso diário (palitos e sementes, por exemplo), incorporados para facilitar o aprendizado (Benfatti, 2014). No que diz respeito ao conceito de número, o primeiro conteúdo matemático ensinado, o docente levava os objetos e transformava-os em objeto de ensino por meio do diálogo, pergunta e resposta (Pinheiro, 2013a).

A Escola Nova, surgiu no final da década de 1920, como outro movimento de inovação, destacando-se nesse cenário a Escola Normal da Praça, focada na experimentação da criança (Benfatti, 2014). No caso da Escola Americana, a criança passava a manipular os objetos apresentados pelo ensino intuitivo, e seu interesse era despertado quando aprendia noções



matemáticas de forma natural (Pinheiro, 2013b). Na Escola Nova, o processo era diferente, pois o interesse do aluno era o ponto de partida, motivado por jogos, histórias, cantigas e contos que estimulavam a sua atenção. O conteúdo era passado numa segunda etapa (Benfatti, 2014).

A autora refere ainda, que a partir da década de 1960, o movimento da Matemática Moderna propôs um novo método, implantado pela Escola Experimental Vera Cruz. O conceito de número deixou de ser o primeiro conteúdo a ser ensinado, por ser algo muito abstrato. A criança deveria, antes, aprender outros conceitos (Benfatti, 2014). Assim, o aluno estudaria elementos da teoria dos conjuntos, aprenderia a classificar, a ordenar, para depois entrar no conceito de número (Valente & Pinheiro, 2014). Os materiais concretos ou “estruturados” teriam a função de tornar o aprendizado mais fácil, pois permitiriam que o aluno entendesse a dinâmica de funcionamento daquele conteúdo (Benfatti, 2014).

A Escola Normal da Praça – que já absorvera os princípios da pedagogia escolanovista – ministrava um curso para formação de professores e, junto a ela, funcionava a Escola Anexa de ensino primário, cujo objetivo era treinar os professores que lecionavam na rede pública (Benfatti, 2014, p. 3).

Valente e Pinheiro (2014), mencionam que acreditam que cada escola possui uma cultura própria, onde as políticas acontecem. Ela influi, de certa maneira, em tudo o que ocorre no processo de aplicação das reformas e nas políticas públicas.

Hoje, inovar na educação pode sim ser sinônimo da utilização de IA no processo de ensino e aprendizagem de matemática.

À medida que navegamos por um cenário educacional em constante transformação, é inegável que a incorporação de tecnologias inovadoras desempenha um papel vital na contínua melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto dinâmico, a convergência das plataformas de inteligência artificial *ChatGPT* e *Bing* emerge como uma estratégia notável, especialmente no



aprimoramento do ensino da matemática na educação básica (Oliveira & Silva, 2023, p. 27-28).

As ferramentas mencionadas por Oliveira & Silva (2023) oferecem intercâmbios intuitivos que enlaçam a atenção dos estudantes de maneira densa, além de fornecerem um acesso contíguo a um vasto espectro de informações matemáticas. A competência de personalizar o conteúdo conforme as necessidades individuais, elucidando dúvidas em tempo real e, apresentando explanações diáfanas ilustra o potencial revolucionário que a IA traz para a compreensão dos conceitos matemáticos.

Ao direcionarmos nosso foco para um paradigma de aprendizado centrado no aluno (por exemplo as metodologias ativas no ensino de matemática), a adoção dessas plataformas que fazem uso de IA não só desenha um novo horizonte de possibilidades, como capacita os professores e alunos à construção de um entusiasmo genuíno pela Matemática.

“É nessa jornada de descoberta, adaptação e colaboração entre humanos e máquinas que se forjam as bases para um futuro brilhante, marcado por realizações acadêmicas e profissionais que ecoarão além dos limites da sala de aula” (Oliveira & Silva, 2023, p. 28). Ao associar sabiamente a IA no ensino da Matemática, estamos ladrilhando uma trilha de sucesso que beneficiará os alunos e a sociedade como um todo, à medida que nos preparamos para enfrentar os desafios e as oportunidades de um mundo em constante evolução (Oliveira & Silva, 2023).

## 2.2 As Aplicações da Matemática no Campo da Inteligência Artificial

São inúmeras as aplicações da Matemática no campo da IA, pois a Matemática é a base da IA, sem ela, a criação de algoritmos e técnicas de IA não seriam possíveis (Aplusplatform, 2023). Apresentaremos a seguir, algumas considerações sobre as aplicações da Matemática no campo da IA,





como: Álgebra linear, Cálculo, Probabilidade e Estatística, Redes Neurais, Aprendizado por Reforço e Lógica.

A Álgebra Linear tem uma aplicabilidade em um vasto campo das ciências puras e aplicadas, como matemática, física, computação e as engenharias (Barzotto & Miloca, 2023). Ela é usada para resolver sistemas de equações lineares e determinar a relação entre diferentes conjuntos de dados. Na IA é utilizada para a criação de modelos de aprendizado de máquina e para a análise de dados (Aplusplatform, 2023).

De acordo com Crilly (2017), a álgebra fornece um modo distinto de resolver os problemas, com a mistura do modo de pensar no inverso junto ao método dedutivo. Nos últimos 500 anos a álgebra significou “a teoria das equações”, onde seus símbolos poderiam representar mais do que números, poderiam representar “proposições”. Desta forma, a álgebra estaria relacionada ao estudo da lógica, tendo como exemplo de aplicação a álgebra de Grassmann que se aplica em geometria, física e computação gráfica Crilly (2017).

Por meio de notas históricas é demonstrado que a Álgebra é o resultado de um esforço humano (Liesen & Mehrmann, 2015) como se evidencia:

A Álgebra Linear uma das ferramentas centrais para a análise teórica de sistemas, bem como o desenvolvimento de métodos de solução eficientes. Outra vantagem é demonstrada sobre uma abordagem matricial da Álgebra Linear dada pelas simplificações ao transferir resultados teóricos para algoritmos práticos (Kist, 2020, p. 13).

Nesta construção o cálculo é usado na IA para a criação de modelos preditivos e para a otimização de processos. Ele é usado para encontrar os valores ideais para as variáveis em um modelo e para minimizar o erro de um modelo (Aplusplatform, 2023).

De forma simplificada, um modelo preditivo é, uma função matemática que pode ser aplicada a uma grande quantidade de dados ‘solto’. A ideia é



evidenciar padrões capazes de apontar as próximas tendências. É como se fosse possível prever com eficiência o futuro, de forma matemática, com probabilidade e estatística. Ele se baseia em algoritmos estatísticos e técnicas de *Machine Learning* para calcular probabilidades de resultados, a partir de dados armazenados em um determinado histórico (Clearsale, 2022).

Com um modelo preditivo bem-feito e calibrado, riscos e oportunidades são identificados com antecedência suficiente para tomar decisões. O modelo preditivo ajuda em uma tomada de decisão mais eficiente, por estar de acordo com um cenário de necessidades específicas, já que é moldado conforme as necessidades de quem o desenha e alimenta seus dados (Clearsale, 2022).

A probabilidade e a Estatística são usadas para analisar dados e determinar a probabilidade de um evento ocorrer. Elas são usadas na IA para a criação de modelos preditivos e para a análise de dados (Aplusplatform, 2023). Para Russell & Norvig (2013), os conceitos fundamentais são dados e hipóteses, como o que segue:

Aqui, os dados são evidências, isto é, instâncias de algumas ou de todas as variáveis aleatórias que descrevem o domínio. [...] as hipóteses são teorias probabilísticas de como o domínio funciona, incluindo teorias lógicas como caso especial. Vamos considerar um exemplo simples. Nosso doce surpresa favorito tem dois sabores: cereja (hum) e lima (eca). O fabricante de doces tem um senso de humor peculiar e embrulha cada pedaço de doce na mesma embalagem opaca, independentemente do sabor. O doce é vendido em sacos muito grandes, dos quais existem cinco tipos conhecidos - novamente, indistinguíveis a partir do exterior:

$h_1$ : 100% cereja

$h_2$ : 75% cereja + 25% lima

$h_3$ : 50% cereja + 50% lima

$h_4$ : 25% cereja + 75% lima

$h_5$ : 100% lima (Russell & Norvig, 2013, p. 925)



Dessa forma, conforme se pôde observar dado um novo saco de doces, a variável aleatória  $H$  (de *hipótese*) denota o tipo do saco, com valores possíveis  $h_1$  até  $h_5$ , assim:

É evidente que  $H$  não é diretamente observável. À medida que os doces são abertos e inspecionados, são revelados os dados -  $D_1, D_2, \dots, D_n$ , onde cada  $D_i$  é uma variável aleatória com valores possíveis cereja e lima. A tarefa básica enfrentada pelo agente é prever o sabor do próximo doce. Apesar de sua trivialidade aparente, esse cenário serve para introduzir muitas questões importantes (Russell & Norvig, 2013, p. 925).

Desta feita, ainda para os autores constata-se que uma teoria de 'seu mundo', necessita ser deduzida pelo agente, embora seja um 'mundo muito simples'.

Nesta construção, as Redes Neurais são uma técnica de aprendizado de máquina inspirada no funcionamento do cérebro humano. Elas são compostas por camadas de neurônios que processam informações e fazem previsões. A matemática é usada para criar algoritmos que permitem que as Redes Neurais aprendam com os dados (Aplusplatform, 2023). Nesse sentido, é necessário compreender que:

[...] resultados básicos da neurociência - em particular, a hipótese de que a atividade mental consiste basicamente na atividade eletroquímica em redes de células cerebrais chamadas neurônios [...]. Inspirado por essa hipótese, alguns dos trabalhos mais antigos de IA tiveram o objetivo de criar redes neurais artificiais (outros nomes do campo incluem connexionismo, processamento distribuído em paralelo e computação neural). [...] Grosseiramente falando, ele "dispara" quando uma combinação linear de suas entradas excede algum limiar (rígido ou suave), ou seja, ele implementa um classificador linear [...]. Uma rede neural é apenas uma coleção de unidades conectadas; as propriedades da rede são determinadas pela sua topologia e pelas propriedades dos "neurônios" (Russell & Norvig, 2013, p. 842-843).

Como se pode observar a partir dos autores, têm sido desenvolvidos modelos detalhados e realistas, tanto de neurônios como de sistemas



maiores no cérebro, desde 1943, levando ao campo moderno da chamada neurociência computacional, desta feita:

Por outro lado, os pesquisadores de IA e os estatísticos tornaram-se interessados nas propriedades mais abstratas das redes neurais, tais como sua capacidade de realizar computação distribuída, de tolerar entradas ruidosas e aprender. Embora entendamos agora que outros tipos de sistemas - incluindo redes bayesianas - têm essas propriedades, as redes neurais permanecem uma das formas mais populares e eficazes de aprendizagem do sistema e são dignos de estudo (Russell & Norvig, 2013, p. 844).

As Redes Neurais Artificiais possuem inspiração nas Redes Neurais Biológicas (RNBs) como o dendrito, o corpo celular e o axônio, além de estarem presentes em outras áreas do conhecimento, tais como computação evolucionária, metaheurística e *machine learning*, sendo capazes de resolver os mais diversos problemas, como classificação, regressão e clusterização (Barzotto & Miloca, 2023).

O Aprendizado por Reforço é uma técnica de aprendizado de máquina que envolve a criação de um modelo que aprende por meio da tentativa e erro. A Matemática é usada para criar algoritmos que permitem que o modelo aprenda a partir dos resultados (Aplusplatform, 2023). Na aprendizagem por reforço, se evidencia que:

[...] o agente aprende a partir de uma série de reforços - recompensas ou punições. Por exemplo, a falta de gorjeta ao final de uma corrida dá ao agente do táxi a indicação de que algo saiu errado. Os dois pontos de vitória no final de um jogo de xadrez informam ao agente que fez a coisa certa. Cabe ao agente decidir qual das ações anteriores ao reforço foram as maiores responsáveis por isso (Russell & Norvig, 2013, p. 80).

Assim, conforme se observa, a tarefa da aprendizagem por reforço versa sobre a utilização de "recompensas observadas para aprender uma política ótima (ou quase ótima) para o ambiente" (Russell & Norvig, 2013, p.



957). Consideremos, por exemplo, o problema de aprender a jogar xadrez. Segundo os autores em questão,

Um agente de aprendizagem supervisionada precisa ser informado da jogada correta para cada posição que encontra, mas tal realimentação raramente está disponível. Na ausência da realimentação de um professor, um agente pode aprender um modelo de transição para seus próprios movimentos e talvez possa aprender a prever as jogadas do adversário, mas sem alguma realimentação sobre o que é bom e o que é ruim, o agente não terá nenhuma base para decidir que movimento executar. O agente precisa saber que algo de bom aconteceu quando (acidentalmente) dá o xeque-mate no oponente ou vice-versa, se for um jogo de xadrez suicida. Essa espécie de realimentação é chamada recompensa ou reforço. Em jogos como o xadrez, o reforço é recebido apenas no fim do jogo. Em outros ambientes, as recompensas vêm com maior frequência. No jogo de pingue-pongue, cada ponto marcado pode ser considerado uma recompensa; quando se aprende a engatinhar, qualquer movimento para a frente é uma realização (Russell & Norvig, 2013, p. 957).

O reforço foi investigado atenciosamente por estudiosos da psicologia animal, por mais de 6 décadas, e é muito trabalhado na Psicologia ao aprofundarem-se os estudos sobre Behaviorismo. Isso permitiu, por exemplo, que toda uma ciência fosse construída, para tratar pacientes com transtorno do espectro autista (*Applied Behavior Analysis* - ABA).

A Lógica é usada na IA para a criação de modelos que podem raciocinar e tomar decisões. Ela é usada para criar modelos que podem analisar informações e tomar decisões (Aplusplatform, 2023). Para Russell & Norvig (2013) as bases do conhecimento consistem em sentenças, que são:

Expressas de acordo com a sintaxe da linguagem de representação, que especifica todas as sentenças que são bem formadas. A noção de sintaxe é bastante clara na aritmética comum: " $x + y = 4$ " é uma sentença bem formada, enquanto " $x4y+ =$ " não é. Uma **lógica** também deve definir a semântica ou o significado das sentenças. A semântica define a verdade de cada sentença com relação a cada mundo possível. Por exemplo, a semântica habitual adotada pela aritmética específica que a sentença " $x + y = 4$ " é verdadeira em um mundo no qual  $x$  é 2 e  $y$  é 2, mas é falsa em um mundo em que  $x$  é 1 e  $y$  é 1. Em **lógicas-padrão**, toda sentença deve ser verdadeira ou





falsa em cada mundo possível - não existe nenhuma posição "intermediária" (Russell & Norvig, 2013, p. 291).

Assim a 'lógica muito simples' é chamada de lógica proposicional. A sintaxe da lógica proposicional e sua semântica diz respeito ao modo pelo qual a verdade das sentenças é determinada. Depois, deve-se compreender a consequência lógica - relação entre uma sentença e outra sentença que decorre dela - e como isso leva a um algoritmo simples para inferência lógica (Russell & Norvig, 2013).

De acordo com o Observatório de Educação, Ensino Médio e Gestão (2023), na Educação, novas soluções para ensino e aprendizagem estão sendo usadas em diversos contextos de modo a apoiar as atividades dos professores. Instituições de ensino e governos também estão usando a IA em sistemas de gestão escolar e análise de dados. São tecnologias diferentes trabalhando juntas para permitir que as máquinas percebam, compreendam, ajam e aprendam com níveis de inteligência semelhantes aos humanos (Observatório de Educação, Ensino Médio e Gestão, 2023). Nesse sentido:

Atualmente, entretanto, a maioria das tecnologias educacionais baseadas em IA são usadas no setor privado. Para quem trabalha no setor público, em países em desenvolvimento, como o Brasil, surgem algumas questões sobre as possibilidades dessa tecnologia, suas aplicações práticas, como se preparar para seu uso e como mitigar possíveis riscos para a segurança e a reprodução de desigualdades (Observatório de Educação, Ensino Médio e Gestão, 2023).

Conforme se observa tudo o que foi timidamente abordado nessa subseção, são aplicações da Matemática no campo da IA. Se não fosse pela Matemática, a IA não teria se desenvolvido, é seguindo essa perspectiva que, na seção seguinte, são abordados alguns exemplos dessas aplicações, para sairmos do campo teórico.



## 2.3 Exemplificando as Aplicações da Matemática na Inteligência Artificial

O Reconhecimento de Imagem é uma das aplicações mais populares da IA. A matemática é usada para criar algoritmos que permitem que as máquinas analisem imagens e as classifiquem de acordo com os objetos ou padrões presentes nelas (Aplusplatform, 2023). Um dos principais métodos de reconhecimento de imagens é a utilização de redes neurais convolucionais<sup>1</sup>, também conhecidas como CNNs. Essas redes são capazes de identificar padrões e características relevantes em uma imagem, camada à camada, de forma similar ao funcionamento do cérebro humano (AWARI, 2023a). Como

O reconhecimento de imagens na inteligência artificial baseia-se em algoritmos que são treinados para identificar características específicas em uma imagem e associá-las a determinadas classes ou categorias. Esse treinamento é realizado com a utilização de conjuntos de dados de treinamento que incluem imagens previamente etiquetadas (AWARI, 2023a).

Uma rede neural convolucional, em seu treinamento para o reconhecimento de imagens envolve a passagem de um conjunto de imagens por meio da rede, ajustando os pesos e parâmetros dos 'neurônios em cada camada'. Esse processo é repetido várias vezes até que a rede esteja apta a realizar a classificação correta das imagens (AWARI, 2023a), visto que:

A inteligência artificial de imagens desempenha um papel fundamental em diversas áreas, oferecendo soluções inovadoras e trazendo benefícios significativos. O reconhecimento e processamento de imagens permitem que as máquinas possam entender e interpretar o mundo visual ao nosso redor, abrindo portas

---

<sup>1</sup> Trata-se de um algoritmo de Aprendizado Profundo que pode captar uma imagem de entrada, atribuir importância (pesos e vieses que podem ser aprendidos) a vários aspectos / objetos da imagem e ser capaz de diferenciar um do outro. Disponível em: Capítulo 40 - Introdução às Redes Neurais Convolucionais - Deep Learning Book



para uma infinidade de aplicações na indústria, medicina, segurança e muitas outras áreas (AWARI, 2023a).

Observa-se, por intermédio do aprendizado de máquina e da análise inteligente de imagens que a IA de imagens está revolucionando a forma de interagirmos com a tecnologia, bem como as máquinas podem nos auxiliar no cotidiano. cremos que, com a sucessiva evolução dessa área, podemos esperar ainda mais avanços e inovações que irão transformar o nosso mundo das mais inusitadas formas. Assim, percebemos o quão importante é a matemática para a IA, pois nesses termos, ela tem o papel de criar algoritmos que permitem que máquinas analisem imagens e as classifiquem.

O processamento de linguagem natural (PLN ou NLP) é outra aplicação importante da IA. A Matemática é usada para criar algoritmos que permitem que as máquinas analisem e processem textos escritos em linguagem natural, permitindo que sejam utilizados para tradução, análise de sentimentos, entre outras finalidades (Aplusplatform, 2023).

Nesta construção, Goncalves (202) elucida que o PLN mescla Ciência da Computação, IA e linguística, se dedicando à geração e compreensão automática da linguagem natural. É uma área da Ciência da Computação que estuda o desenvolvimento de programas computacionais que analisam, reconhecem e/ou geram textos em linguagens humanas, ou naturais. Assim:

Vale lembrar que a ambiguidade da linguagem natural torna o PLN diferente do processamento das linguagens de programação, definidas justamente para evitar qualquer ambiguidade. A língua muda com o passar do tempo e varia de forma regional. Por isso, o PLN desafia as máquinas a lidar com a ambiguidade, a gramática, o contexto e a riqueza semântica da linguagem humana, sendo uma área de pesquisa em constante evolução. À medida que a tecnologia avança, o PLN desempenha um papel cada vez mais importante em melhorar a interação entre humanos e máquinas (Goncalves, 2023).

Nestas entrelinhas de interações entre humanos e máquinas, o PLN tem muitos desafios, aplicações que fazem parte do nosso cotidiano e um



leque de possibilidades com potencial de transformar o modo como usamos celulares, computadores e outras tecnologias. A Matemática é usada no PLN para criar algoritmos que permitem às máquinas analisarem e processar textos escritos em linguagem natural, evidenciando mais um exemplo da aplicação da Matemática na IA.

A Previsão de Mercado é uma das aplicações da IA que mais utiliza a Matemática. A análise de dados históricos é feita por meio de técnicas estatísticas e de aprendizado de máquina para prever tendências futuras e auxiliar na tomada de decisões de investimento (Aplusplatform, 2023).

## 2.4 Desafios e Benefícios da IA nos Cálculos Matemáticos

A IA tem sido aplicada em diversas áreas, e na Matemática não é exceção. Logo, a IA na Matemática consiste no uso de algoritmos e técnicas de IA para resolver problemas matemáticos, automatizar cálculos e tomar decisões baseadas em dados numéricos (Awari, 2023b). A presença da IA na Matemática está transformando a maneira como os cálculos são realizados e revolucionando esse campo do conhecimento. Algumas das principais formas como a IA está impactando os cálculos matemáticos, são: velocidade e precisão; solução de problemas complexos; automação de tarefas; análise de dados.

No que concerne à Velocidade e Precisão, a IA é capaz de realizar cálculos de forma muito mais rápida do que os seres humanos, processando grandes quantidades de dados em questão de segundos ou minutos, além disso, sua precisão é incrível, evitando erros comuns cometidos por humanos (Awari, 2023b).

Quando falamos da solução de problemas matemáticos complexos, que envolvem inúmeras variáveis e cálculos, estes podem ser resolvidos de forma mais eficiente com o uso da IA, visto que ela consegue analisar todas as



possibilidades e encontrar a solução ótima, mesmo quando esta não é evidente para os seres humanos (Awari, 2023b).

Nesse sentido, outra forma como a IA está impactando os cálculos matemáticos, concerne à automação de tarefas. A IA na Matemática permite a automação de tarefas repetitivas, como cálculos de equações, resolução de sistemas lineares e simulações computacionais. Dessa forma, os profissionais de Matemática podem se dedicar a tarefas mais complexas e criativas (Awari, 2023b).

E não menos importante, temos a Análise de Dados, com a quantidade crescente de dados disponíveis, a IA se torna essencial na análise e interpretação dessas informações, permitindo a identificação de padrões e tendências matemáticas. Isso possibilita uma tomada de decisão mais embasada e uma compreensão mais profunda de fenômenos matemáticos (Awari, 2023b).

Nesta perspectiva, apesar dos avanços significativos na IA, há ainda muitos desafios a serem enfrentados. Um dos principais desafios é encontrar maneiras de melhorar a eficiência e a precisão dos modelos de IA e é garantir que as máquinas aprendam de forma ética e justa, sem reproduzir preconceitos existentes na sociedade (Aplusplatform, 2023), tais como o racismo, xenofobia, preconceitos sociais e relacionados com a orientação sexual das pessoas.

A utilização da IA na educação Matemática é um desafio, pois ainda é um campo pouco estudado e conhecido pelos professores, bem como asseguram Siqueira, Wiziack e Zanon (2022), a implementação da IA na educação enfrenta desafios, como a formação adequada dos educadores para a utilização dessas tecnologias e a garantia da privacidade dos dados dos alunos.

Destarte, acreditamos que são muitos os benefícios da IA na Matemática, tanto para a comunidade acadêmica quanto para a sociedade





em geral. Dentre os principais benefícios, destacam-se: velocidade, precisão, automação e descobertas científicas com o auxílio da IA, descritos por Awari (2023b), a saber:

- a) Velocidade: A IA permite realizar cálculos em tempo recorde, agilizando a resolução de problemas matemáticos e economizando tempo para os profissionais da área (Awari, 2023b).
- b) Precisão: A IA é extremamente precisa na realização de cálculos, evitando erros cometidos por seres humanos e garantindo resultados mais confiáveis Awari, 2023b).
- c) Automação: A automação de tarefas matemáticas repetitivas permite que os profissionais se dediquem a atividades mais complexas e criativas, aumentando a produtividade e melhorando os resultados obtidos Awari, 2023b).
- d) Descobertas científicas: Com o auxílio da IA, é possível avançar em pesquisas matemáticas de forma mais acelerada, possibilitando a descoberta de novos teoremas e contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento nessa área Awari, 2023b).

Nesta construção, Prates e Matos (2020) corroboram em seu texto ao elucidarem que o uso da IA como instrumento educacional, pode auxiliar na identificação de dificuldades específicas dos estudantes, permitindo um ensino mais eficiente. Moraes, Peres e Pedreira (2021) observam que a IA pode ampliar o acesso à educação de qualidade, especialmente em regiões remotas.

### **3. Considerações Finais**

O desenvolvimento e o uso da IA levantam questões de extrema relevância para o bom funcionamento da sociedade contemporânea. De certa maneira, e sob diversas óticas e métrica, é inegável que a IA alcançou um



tremendo sucesso, sobretudo, nos últimos anos. No decorrer desse texto, vimos que a Matemática é basilar para o desenvolvimento da IA, por intermédio de suas diversas aplicações, é plausível criar modelos e algoritmos que permitem que as máquinas aprendam e se tornem cada vez mais competentes em suas funções.

Dessa forma, falamos aqui sobre as aplicações da Matemática no campo da IA e alguns exemplos dessas aplicações; evidenciamos as principais formas como a IA está impactando os cálculos matemáticos e averiguamos alguns dos desafios e benefícios da Matemática na IA, já que a Matemática admite a criação de modelos e algoritmos que permitem que as máquinas aprendam e se tornem mais eficientes em suas tarefas.

Também averiguamos que a álgebra linear é utilizada na IA para a criação de modelos de aprendizado de máquina e para a análise de dados. E que o Aprendizado por Reforço é uma técnica de aprendizado de máquina que envolve a criação de um modelo que aprende por meio da tentativa e erro. Não esqueçamos de mencionar a modelagem matemática, que vem sendo amplamente utilizada em pesquisas em ensino de Matemática.

Destacamos também, que os desafios da Matemática na IA incluem melhorar a eficiência e precisão dos modelos de IA e garantir que as máquinas aprendam de forma ética e justa. Por fim, abordamos que a Matemática é utilizada no reconhecimento de imagem para criar algoritmos que permitem que as máquinas analisem imagens e as classifiquem de acordo com os objetos ou padrões presentes nelas.

Desta feita, nos questionamos a partir de todos os apontamentos até aqui demonstrados, qual o futuro da IA na Matemática? Acreditamos e defendemos a ideia de que este futuro é promissor, tendo em vista a evolução contínua dos algoritmos e técnicas de IA, que possibilitarão que a Matemática avance ainda mais rapidamente, desvendando problemas ainda mais complexos e abrindo novas portas para a ciência e a tecnologia. Somos



otimistas e esperançosos quanto a isto. E pensamos que algumas destas tendências futuras incluem: IA em aprendizado de máquina, IA na resolução de conjecturas matemáticas e IA na educação Matemática.

Ademais, acreditamos e defendemos que IA na Matemática está promovendo uma verdadeira revolução nos cálculos e conhecimentos matemáticos, com sua rápida e constante evolução na velocidade, precisão e capacidade de automação, a IA está expandindo os limites da Matemática e possibilitando avanços significativos na ciência e na tecnologia. Por fim, é notório que há uma previsibilidade de que o futuro dessa integração promete ainda mais descobertas e inovações, tornando a Matemática uma ciência cada vez mais acessível e fascinante. Eis o que professores que atuam com o ensino de Matemática anseiam.



## Referências

APLUSPLATFORM. **As aplicações da matemática no campo da inteligência artificial**. 2023. Disponível em: As aplicações da matemática no campo da inteligência artificial - Aplus Plataforma (aplusplatform.com)

AWARI. **Inteligência Artificial na Matemática**: Como a IA está revolucionando os cálculos. 2023a. Disponível em: Inteligência Artificial na Matemática: Como a IA está revolucionando os cálculos (awari.com.br)

AWARI. **Inteligência Artificial de Imagens**: Entendendo o Reconhecimento e Processamento de Imagens. 2023b. Disponível em: <https://awari.com.br/inteligencia-artificial-de-imagens-entendendo-o-reconhecimento-e-processamento-de-imagens/#:~:text=Um%20dos%20principais%20m%C3%A9todos%20de,a%20funcionamento%20do%20c%C3%A9rebro%20humano.>

AZEVEDO, A. C. V. et al. Inteligência Artificial, Algoritmos e Matemática. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 8, n. 1, 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

BARZOTTO, D. H.; MILOCA, S. A. Tópicos de álgebra linear e o teorema de convergência da rede neural *Perceptron*. In: **Matemática**: O sujeito e o conhecimento matemático. Cap. 3. p. 25- 36, 2023.

BENFATTI, B. **Pesquisa aborda inovações no ensino da Matemática**. 2014. Disponível em: Pesquisa aborda inovações no ensino da Matemática - Comunicação (unifesp.br)

CLEARSALE. **Modelo Preditivo: o que é, para que serve e como aplicá-lo?** 2022. Disponível em: Modelo Preditivo: o que é, para que serve e como aplicá-lo? (clear.sale) Acesso em: 02 mai. 2023.

CRILLY, T. **50 ideias de matemática que você precisa conhecer**. Tradução Helena Londres, 1. ed. São Paulo: Planeta Brasil, 2017. 216 p. ISBN 8542208862

EQUIPE TOTVS. **7 exemplos de Big Data aplicados no varejo para aderir já**. TOTVS, 2018. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-varejista/exemplos-de-big-data/>. Acesso em: 02 mai. 2023.



EVSUKOFF, A. G. **Inteligência Computacional: Fundamentos e aplicações**, 1 ed. E-papers, Rio de Janeiro, 2020.

GONCALVES, T. **PLN: o que é Processamento de Linguagem Natural?** 2023. Disponível em: PLN: o que é Processamento de Linguagem Natural? | Alura

KIST, G. **Abordagem da utilização da álgebra linear em transformações geométricas implementadas na visão computacional**. Monografia (Bacharelado em Engenharia da Computação). Universidade do Vale do Taquari – Univates. Lajeado/RS, 2020.

LIESEN, J.; MEHRMANN, V. **Linear Algebra**. Springer, 2015. 312p.

MINAYO, M. C. de S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciênc. saúde coletiva**. v. 17, n. 3. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300007>

MORAES, C. P.; PERES, R. T.; PEDREIRA, C. E. Eficácia escolar e variáveis familiares em tempos de pandemia: um estudo a partir de dados do ENEM. **Interfaces da educação**, v. 12, n. 35, p. 635-658, 2021.

OLIVEIRA, R. M.; SILVA, M. M. R. O uso da inteligência artificial no ensino da matemática. **Caderno Intersaberes**, Curitiba, v. 12, n. 44, p. 19-29, 2023.

PINHEIRO, N. V. L. Dos materiais concretos aos estruturados: as transformações na abordagem do conceito de número na escola primária. In: **Anais... ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, 11., 2013a, Curitiba. [Curso de curta duração ministrado].

OBSERVATÓRIO DE EDUCAÇÃO, ENSINO MÉDIO E GESTÃO. **Inteligência Artificial na Educação: conheça os efeitos dessa tecnologia no ensino e na aprendizagem**. 2023. Disponível em: Inteligência Artificial | Observatório de Educação ([institutounibanco.org.br](http://institutounibanco.org.br)) Acesso em: 22 dez. 2023.

PINHEIRO, N. V. L. Como concretizar a abstrata matemática moderna: o arquivo pessoal Lucília Bechara Sanchez, a Secretaria de Educação de São Paulo e a formação continuada de professores nos anos 1970. **Revista Brasileira de História da Matemática**, 2013b.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **O que é inovação? Definição, importância e as ações que têm impulsionado a inovação no Brasil**. 2023. Disponível em:





O que é inovação? Definição, importância e as ações que têm impulsionado a inovação no Brasil (portaldaindustria.com.br)

PRATES, U.; MATOS, J. F. A Educação Matemática e a Educação a Distância: uma revisão sistemática da literatura. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro - SP, v. 34, n. 67, p. 522-543, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a09>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/fKYVzr9SFFbPVVpj6Dwst/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 11 out. 2023.

RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 3 ed. Prentice The Role of Mathematics in Machine Learning. Hall, New Jersey, 2009. ISBN-13: 978-1292153964.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial**. Peter Norvig; tradução Regina Célia Simille. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 1324 p.

SÁ-SILVA; J. R.; ALMEIDA C. D.; GUINDAN, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, Ano I, n. I, jul., 2009. [www.rbhcs.com](http://www.rbhcs.com) ISSN: 2175-3423

SIQUEIRA, J. F. R.; WIZIACK, S. R. de C.; ZANON, A. M. Representação social de escola sustentável em docentes da educação básica. **Olhar de Professor**, Ponta Grossa, v. 25, p. 1-21, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.25.17817.021>. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/17817/209209216520>. Acesso em: 11 nov. 2023

TETÉ, A. **O homem, a pá e a inteligência artificial**. 2023. Disponível em: O homem, a pá e a inteligência artificial ([linkedin.com](https://www.linkedin.com))

VALENTE, W. R.; PINHEIRO, N. V. L. Práticas pedagógicas para a construção do conceito de número: o que dizem os documentos do arquivo Lucília Bechara Sanchez? **Zetetiké - Revista de Educação Matemática**, 2014.