

## ELEMENTOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL ENVOLVIDOS NO ESTUDO DAS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS<sup>1</sup>

BARBOSA, Mivya Ohana Inocência<sup>2</sup>  
GRANERO, Marco Aurélio<sup>3</sup>  
SANTOS, Flávia Milo dos<sup>4</sup>

### RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados decorrentes de um projeto de Iniciação Científica que teve por objetivo evidenciar a relação do Pensamento Computacional (PC) com o Aprendizado de Máquinas (AM) por meio do treinamento de Redes Neurais Artificiais (RNAs). O estudo busca destacar a importância dos pilares do Pensamento Computacional no processo de aprendizado das RNAs, mostrando que as habilidades desenvolvidas por meio da prática do PC contribuem significativamente para a compreensão das etapas envolvidas no treinamento, estruturação e funcionamento das RNAs, possibilitando um melhor entendimento dos fundamentos teóricos que sustentam o AM. Dessa forma, ressalta-se a relevância do PC para compreender os mecanismos que orientam o AM.

**Palavras-chave:** Aprendizado de Máquina, Inteligência Artificial, Redes Neurais Artificiais, Pensamento Computacional.

### INTRODUÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) é a habilidade humana de formular problemas e expressar soluções de tal forma que a máquina seja capaz de executá-la. Esta é uma eficaz ferramenta de aprendizagem, pois permite que a resolução de problemas seja feita a partir da divisão destes em etapas. De acordo com Jeanette Wing, o PC “[...] inclui uma variedade de ferramentas mentais que refletem a amplitude do campo da ciência da computação” (Wing, 2006, p. 33, tradução nossa).

Dentre essas ferramentas mentais, encontram-se as competências descritas como os pilares do PC: Decomposição, Reconhecimento de Padrões, Abstração e Algoritmo. Brackmann (2017, p. 33) apresenta uma descrição dos pilares, de forma que o Pensamento Computacional desenvolve a habilidade de fragmentar um problema em pedaços que sejam mais “simples” de resolver (Decomposição), os quais serão analisados profundamente, procurando semelhanças com problemas anteriormente resolvidos (Reconhecimento de Padrões). Ao fazer isso, há de se filtrar as informações mais importantes para a resolução do problema principal, descartando aquilo que não seja relevante (Abstração), para que, por fim, possa-se estabelecer uma sequência de instruções para a solução do problema (Algoritmo).

Brummelen, Shen e Patton (2019) complementam essa ideia, evidenciando que além dos pilares citados, o PC também comporta habilidades de classificação, previsão,

---

<sup>1</sup> Projeto de Iniciação Científica financiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (PIBIFSP) 2024.

<sup>2</sup> Graduada em Licenciatura em Matemática; IFSP; São Paulo; São Paulo; mivya.ohana@aluno.ifsp.edu.br.

<sup>3</sup> Professor Doutor; IFSP; São Paulo; São Paulo; granero@ifsp.edu.br.

<sup>4</sup> Professora Doutora; IFSP; São Paulo; São Paulo; flaviamilo@ifsp.edu.br.

generalização, treinamento e avaliação, compreendendo que esses conceitos são importantes e desenvolvidos no entendimento da Inteligência Artificial (IA) como um todo. À vista disto, Lopes, Isotani e Toda (2020) apontam a relevância da integração entre PC e IA pelo chamado Aprendizado de Máquina (ou *Machine Learning*), uma área da IA que se concentra na criação e desenvolvimento de modelos de classificação e predição a partir de informações pré-existentes.

Por meio do Aprendizado de Máquina é possível executar o treinamento das Redes Neurais Artificiais, definidas como “[...] um conjunto de unidades de processamento, caracterizadas por neurônios artificiais, que são interligados por um grande número de interconexões” (Silva; Spatti; Flauzino, 2016, p. 24), possuindo a capacidade de transformação do conhecimento baseado em informações previamente definidas.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de pesquisa bibliográfica que fundamentou o projeto de Iniciação Científica, como os pilares do Pensamento Computacional se relacionam com o funcionamento das Redes Neurais Artificiais, através do Aprendizado de Máquina, especialmente no processo de classificação de informações realizado pelos neurônios artificiais.

## OBJETIVOS

O projeto de Iniciação Científica teve como objetivo principal evidenciar a relação entre os conceitos do Pensamento Computacional e o estudo das Redes Neurais Artificiais, através do entendimento de Aprendizado de Máquina.

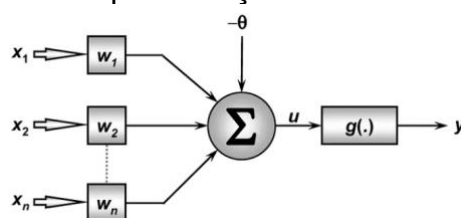
Para isto, foram inicialmente estudados os principais pilares do Pensamento Computacional, bem como o processo de treinamento de uma Rede Neural Artificial. Em seguida, buscou-se analisar como o neurônio artificial realiza o tratamento de informações e de que maneira esse processo se relaciona com os fundamentos do PC, estabelecendo conexões entre os dois campos a partir da pesquisa bibliográfica realizada.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, realizada por meio de revisão bibliográfica, a partir de artigos científicos, livros e outros documentos oficiais que abordam os pilares do PC e suas implicações no Aprendizado de Máquina. Dessa forma, destacou-se a necessidade de compreender o funcionamento das RNAs, tornando-se essencial analisar a estrutura e o comportamento de um neurônio artificial.

As RNAs são constituídas de neurônios artificiais, que são elementos computacionais inspirados nos neurônios biológicos, responsáveis pela captação, reconhecimento, processamento e devolução da informação. Segundo Silva, Spatti e Flauzino (2016), o funcionamento do neurônio artificial depende de sete elementos básicos ilustrados na Figura 1: sinais de entrada ( $x_i$ ), pesos sinápticos ( $w_i$ ), combinador linear ( $\Sigma$ ), limiar de ativação ( $\theta$ ), potencial de ativação ( $u$ ), função de ativação ( $g(.)$ ) e sinal de saída ( $y$ ).

Figura 1 - Representação de um neurônio artificial.



Fonte: Extraída de Silva, Spatti e Flauzino (2016)

Os sinais de entrada são, em princípio, captados pelo neurônio, podendo ser valores assumidos pelas variáveis de uma determinada aplicação, ou seja, são os objetos de estudo que serão classificados pelo neurônio.

Para que esta classificação ocorra, estes sinais devem ser ponderados por pesos sinápticos, cujo objetivo é quantificar a relevância de cada informação recebida frente à sua funcionalidade, ou seja, o quanto aquele sinal é relevante para a finalidade da rede.

A partir disso, a combinação linear dos sinais de entrada (gerada pelo combinador linear) produz um valor, que pode ser interpretado como uma generalização de todas as informações recebidas anteriormente, valor este que é então comparado com o limiar de ativação (Silva; Spatti; Flauzino, 2016).

O limiar de ativação é uma variável que determina qual o patamar apropriado que a combinação linear deve atingir para gerar um valor de disparo. A diferença entre a combinação linear e o limiar de ativação denomina-se potencial de ativação, e este será aplicado na função de ativação, responsável por determinar a classificação do neurônio, obtendo-se o valor final de saída (Silva; Spatti; Flauzino, 2016).

Assim, entendendo a estrutura do neurônio artificial, é possível definir como se dá seu treinamento, sendo três processos comumente utilizados: o supervisionado, o não-supervisionado e com reforço. No primeiro processo, cada amostra de treinamento contém sinais de entrada e suas respectivas saídas, onde tudo se comporta como se houvesse um “professor” mediando as entradas e saídas, mostrando qual a resposta correta para cada entrada.

Já no processo não-supervisionado, não existem sinais de saída previamente definidos. A própria rede deve se auto-organizar entre os elementos da amostra, identificando subconjuntos similares. Os pesos e limiares são ajustados para que esses agrupamentos sejam refletidos dentro da própria rede.

E por fim, no treinamento por reforço, avalia-se a defasagem de valor entre a resposta produzida pela rede em relação à saída desejada. Os algoritmos de aprendizado ajustam os parâmetros internos dos neurônios baseando-se em informações qualitativas e quantitativas advindas da interação com o ambiente que está sendo mapeado, ou seja, este treinamento é realizado tipicamente por tentativa e erro (Silva; Spatti; Flauzino, 2016).

Dentre as diferentes redes neurais artificiais, destaca-se a rede Perceptron, cuja característica é ter apenas um neurônio responsável por processar as entradas e produzir uma saída. Seu treinamento pode ser supervisionado, através de ajustes nos pesos e limiares. As funções de ativação geralmente utilizadas são a função degrau ou degrau bipolar e a tangente hiperbólica. Assim, tem-se apenas duas possibilidades de classificação (saídas), ou seja, valor 0 ou 1 se a função for do tipo degrau e  $-1$  e  $1$  se for tipo degrau bipolar ou tangente hiperbólica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Wing (2006) trouxe a ideia do PC ser o uso da abstração e decomposição ao se deparar com um problema grande e complexo de ser resolvido, utilizando-se da capacidade de quebrá-lo em etapas. De acordo com a autora, “pensar como um cientista da computação constitui mais do que ser capaz de programar um computador; requer pensar em múltiplos níveis de abstração” (Wing, 2006, p. 34, tradução nossa). Dito isso, há de ser destacado os pilares do PC que permitem o desenvolvimento desta habilidade.

No pilar da Decomposição, é necessário que o indivíduo consiga dividir o problema em partes menores. Boa (2022) destaca que esta etapa pode ser compreendida como uma modularização, na qual um processo é dividido em etapas ou módulos conectados entre si, e, portanto, ao observar as partes menores individualmente, é possível se atentar aos detalhes, facilitando a visualização do problema como um todo.

Com cada fragmento do problema, tem-se o Reconhecimento de Padrões, onde se busca identificar similaridades entre eles comparando-os com atividades e experiências anteriores. Neste processo, a máquina tenta estabelecer conexões e reconhecer padrões de comportamento entre os problemas, onde se obtém uma generalização.

Desse modo, a Abstração se encarregará de desconsiderar informações e detalhes irrelevantes, simplificando o problema. A partir da generalização obtida anteriormente, filtra-se o que é pertinente para se chegar à solução, promovendo visão clara e objetiva do problema.

Por fim, articulam-se os processos anteriores, criando uma sequência de estágios a serem seguidos que conduzam para a resolução da questão principal, constituindo o pilar Algoritmos, que representa a formalização do raciocínio desenvolvido em todas as etapas.

Com base nisso, Brummelen, Shen e Patton (2019) propõem que o PC também desenvolve outras habilidades além das já apresentadas, criando uma base ainda mais sólida para o entendimento da IA. Dentre as competências relacionadas, tem-se a classificação, previsão, generalização, treinamento e avaliação.

No processo de classificação, a RNA organiza informações em categorias, rotulando-as através de regras ou algoritmos de aprendizagem, transformando a informação em um conjunto de valores associados a determinadas classes. Por exemplo, ao analisar imagens de animais, ela pode aprender a identificar características marcantes de um gato e, a partir disso, conseguir classificar o animal corretamente.

Em seguida, a etapa de previsão se encarrega de antever possíveis resultados e tendências com base nas informações (já retidas e classificadas), podendo determinar qual a melhor decisão a ser tomada nos próximos passos.

A generalização, por sua vez, se baseia em todos os resultados obtidos nas etapas anteriores para gerar novos dados ou inferências, incluindo a sintetização de ideias, tomada de decisões e criação de informações, sendo essencial para a autonomia do sistema.

Nesse sentido, é necessário que a RNA aprenda a reconhecer os padrões, generalize corretamente e preveja comportamentos. Portanto, a fase de treinamento é imprescindível durante o AM, tendo em vista que ela envolve produzir um ambiente que a rede possa aprender com os dados e ajustar seus parâmetros gradativamente com base no desempenho observado.

Na avaliação, leva-se em conta o comportamento e a eficácia do método empregado, tecendo críticas, buscando identificar falhas e propondo melhorias para o aumento da precisão.

Com todos os conhecimentos obtidos, tem-se o necessário para o treinamento das RNAs. Segundo Silva, Spatti e Flauzino (2016), tais redes são modelos computacionais que se inspiram no funcionamento do sistema nervoso humano. Dentre suas principais características, a adaptação por experiência, capacidade de aprendizado, habilidade de generalização e organização de dados conversam com fundamentos do PC e IA.

Ao tomar como base a rede Perceptron, a multiplicação dos sinais de entrada pelos pesos sinápticos reflete o grau de relevância de cada informação, e, portanto, evidenciando os pilares do PC envolvidos no treinamento de redes: a classificação e a previsão, hierarquizando os dados frente o objetivo que a rede neural deseja atingir.

A soma ponderada dos sinais de entrada, combinada ao limiar de ativação, forma o argumento (potencial de ativação) que condensa todas as informações em um único valor. Esse processo pode ser identificado como uma forma de generalização conforme os princípios do PC.

No treinamento supervisionado da Rede Perceptron, o potencial de ativação é aplicado a uma função de ativação, e seu resultado corresponde ao sinal de saída. Essa saída é comparada ao valor esperado para uma determinada amostra, contribuindo para o processo de avaliação, onde é verificado se o resultado produzido é ou não condizente com

a classificação esperada para esta amostra, ajustando os pesos e limiares para melhorar o desempenho da rede, se necessário.

A partir dos estudos realizados, foi possível evidenciar que os pilares do Pensamento Computacional apresentam similaridades com as etapas que compõem o funcionamento das Redes Neurais Artificiais, especialmente nos processos de classificação, generalização, previsão, treinamento e avaliação. Essa relação, mediada pelo Aprendizado de Máquina, evidencia que as competências desenvolvidas por meio do Pensamento Computacional podem contribuir significativamente para a compreensão e o aprimoramento dessas redes. Como concluído por Caruso e Cavalheiro (2021), “[...] os próprios algoritmos, nos quais se baseia a IA dependem intrinsecamente do PC” (Caruso, Cavalheiro, 2021, p. 1.060), e, portanto, sendo necessário ter noções (mesmo que superficiais) de PC, para o entendimento de IA.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho evidenciou ser possível identificar uma relação intrínseca entre o processo de treinamento de Redes Neurais Artificiais e os pilares do Pensamento Computacional, verificando que as habilidades como decomposição, classificação, generalização, abstração e avaliação estão presentes nas etapas de treinamento de uma Rede Neural Artificial. Nesse sentido, observa-se que um entendimento amplo sobre o PC pode contribuir para o desenvolvimento e treinamento de tecnologias baseadas em IA. Como trabalho futuro, pode-se estabelecer relações entre o PC e práticas de ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

- BOA, T. B. F. **Explorando o Pensamento Computacional: proposta de atividades envolvendo a divisão euclidiana**. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2022.
- BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento Do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado) Informática na Educação, CINTED, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- BRUMMELEN, J. V.; SHEN, J. H.; PATTON, E. W. **The Popstar, the Poet, and the Grinch: Relating Artificial Intelligence to the Computational Thinking Framework with Block-based Coding**, *Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong, 2019.
- CARUSO, A. L. M.; CAVALHEIRO, S. A. C. **Integração entre Pensamento Computacional e Inteligência Artificial: uma Revisão Sistemática de Literatura**. X Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2021.
- LOPES, L.; ISOTANI, S.; TODA, A. **Explorando o Pensamento Computacional com Aprendizado de Máquina: Elaboração de um Material Didático para uma Oficina Introdutória**. Trabalho de Conclusão de Curso da Pós-Graduação em Computação Aplicada à Educação do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.
- SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. **Redes Neurais Artificiais. Para Engenharia e Ciências Aplicadas. Fundamentos Teóricos e Aspectos Práticos**. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2016.
- WING, J.M. **Computational Thinking**. *Communications of the ACM*. v. 49, n. 3, 2006.