

## REDES NEURAI, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MÉTODO MONTE CARLO: UMA SIMULAÇÃO PERMITIDA

Lucas da Silva Dias<sup>1</sup>  
Elionísio Alves de Souza<sup>2</sup>  
Romério Ribeiro da Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

Entender como as redes neurais, um campo da inteligência artificial, pode ser útil na recuperação de informação em grandes bases documentais pode ser a chave para a apropriação e tratamento das informações produzidas em grande escala e nos mais variados formatos. Categorizar processos é o caminho mais eficiente e rápido para extrair informações contidas nos atributos das categorias. A coleta, extração, limpeza e interpretação padrões associados às informações exigem métodos sistemáticos e massivos de análise. As redes neurais artificiais e o Método de Monte Carlo se unem de uma forma simbiótica, dando à informação e seus atributos forma e acesso.

**Palavras-Chave:** redes neurais, Monte Carlo, *perceptron*, informação.

### ABSTRACT

*Understanding how neural networks, a field of artificial intelligence, can be useful in retrieving information from large document bases can be the key to the appropriation and treatment of information produced on a large scale and in the most varied formats. Categorizing processes is the most efficient and fastest way to extract information contained in the attributes of categories. The collection, collection, cleaning and interpretation of patterns associated with information encompassed systematic and massive methods of analysis. Artificial neural networks and the Monte Carlo Method are united in a symbiotic way, giving information and its attributes form and access.*

**Keywords:** neural networks, Monte Carlo, *perceptron*, information.

---

<sup>1</sup>Acadêmico de Sistemas de Informação, 8º Período, Centro Universitário Atenas.

<sup>2</sup>Acadêmico de Sistemas de Informação, 6º Período, Centro Universitário Atenas.

<sup>3</sup>Professor do Centro Universitário Atenas. Físico graduado pela UnB com mestrado em Teoria do Caos e Sistemas Complexos. Tem especialização em Física dos Materiais Aplicados. Tem experiência em Física Teórica, Simulação Computação, Métodos Matemáticos da Física, Física Médica e Ensino de Física.

## 1 – INTRODUÇÃO

Há tempos o ser humano busca compreender a si próprio enquanto ser capaz de se apropriar do mundo ao redor, traduzi-lo em um código inteligível e interpretá-lo.

Essa busca tornou-se ainda mais dramática nos últimos 60 anos com o advento da tecnologia crescente a passos largos.

Esse fenômeno levou o homem a questionar seu próprio espaço de vivência e seu modo de interagir com ele (SANTOS, 1996).

Quanto mais a tecnologia avança mais se avoluma a quantidade de informações agregadas; portanto, armazenar, coletar, interpretar e utilizar essas informações de modo eficiente requer processos computacionais cada vez mais massivos e robustos.

Nesse sentido, as redes neurais se tornaram fonte de pesquisa e de aplicação prática de características formidáveis.

Simular o comportamento neuronal humano deixou de ser um desejo e se materializou em diversas partes do mundo, notadamente no que se refere à compreensão do que seja informação e sua manipulação (CAPUANO, 2009).

Note-se que a criação de redes neurais artificiais interpelou diversas áreas do conhecimento: Psicologia, Física, Biologia, Sociologia, Epistemologia, Sociologia, Matemática, Neurologia e Computação.

Algo que, de fato, somente os seres humanos em toda sua potencialidade e criatividade poderiam fazer.

A compreensão da categorização de processos levou à chave para uma apropriação mais eficiente e rápida das informações contidas nos atributos das mais variadas categorias.

Do mesmo modo, compreendeu-se que a categorização dos dados em uma base leva à classificação e que, essa classificação, permite associar ordem e sistematização a cada atributo dos dados em uma única classe dentro de um conjunto, sendo o conjunto o espaço natural de ordenação para os algoritmos suas potencialidades preditivas e funcionais (UFRJ, 2010).

O resultado da pesquisa permitiu a compreensão dos mecanismos para se acessar rapidamente e, de forma organizada, as informações de um conjunto de dados de trabalho a partir das propriedades das redes neurais artificiais, potencialmente úteis na criação de algoritmos de aquisição e processamento (ZÁRATE, 2016).

Intencionalmente buscou-se definir informação, definir rede neural e mostrar

como essas redes, enquanto campo de pesquisa da inteligência artificial, podem fomentar e sustentar a criação de algoritmos confiáveis e seguros para a prospecção e mineração de informação em bases documentais muito grandes.

Por esse viés, a tecnologia, para alguns, inerente ao estágio de evolução dos espaços ocupados pelo indivíduo, trouxe consigo quantidade sem precedentes de dados e com ele a necessidade de armazenamento sem perda informação (Santos, 1996).

Para além dos modos de armazenamento, vem a segurança e a qualidade desse armazenamento.

Segundo Vicentini (2002) a indexação e a recuperação de informação em bases de dados pode ser o maior gargalo no avanço tecnológico, de modo que ferramentas robustas, precisas e de fácil manuseio precisam ser concomitantemente implementadas.

Nesse sentido, a primeira fase da pesquisa verificou o estado da arte no momento e contribuiu com a construção de um simulador de prospecção de informações via redes neurais além de permitir um primeiro contato com a utilização de métodos matemáticos intensivos em desenvolvimento e programação.

## **2 – MÉTODOS**

Optou-se pela pesquisa experimental, via simulação computacional e construção de algoritmos para implementação de recuperação de informações em bases de dados.

No caso, as variáveis objeto de estudo serão as informações armazenadas e as formas de acessá-las com segurança e sem perdas.

Também, fez-se necessário compreender, no escopo dessa pesquisa, a manipulação, o controle e a distribuição aleatória de variáveis, segundo preceitua Gil (2017).

Por se tratar, no entanto, de uma pesquisa experimental, no que tange à utilização da construção de modelos matemáticos descritores da realidade e de comportamentos, há que se indicar que o Método de Monte Carlo foi a primeira escolha dos autores.

A lógica Fuzzy, base para a inteligência artificial, grosso modo, também é parte da metodologia, pois é por ela que se converte variáveis linguísticas em variáveis numéricas em um processo conhecido como fuzzificação.

Por certo que, para a inteligência artificial, em sua rede neural artificial, conseguir ler, interpretar e tomar decisões há que se oferecer a ela o maior número possível de informações, no mais inóspito cenário, como forma de se garantir que a IA será, de fato, capaz de buscar o padrão que subjaz nos dados e decifrá-lo.

Matematicamente isso quer dizer que a rede neural artificial da IA terá que ser capaz

de, a partir do valor esperado para uma variável, gerar valores de variáveis aleatórias independentes e ergódicas -, em termos matemáticos, quer-se estimar o valor esperado  $\theta$ , para uma variável aleatória  $X$ , como indica a equação 1 abaixo:

$$\theta = E(x) = \frac{\sum A(c)e^{-\beta\mathcal{H}(c)}}{\sum e^{-\beta\mathcal{H}(c)}} [1].$$

Em outras palavras o Método de Monte Carlo utilizado permite que  $\theta$ , após  $N$  simulações, ou iterações, seja utilizado como um estimador para a variável e se tenha um modelo preditivo para a pesquisa, a partir de uma sequência de configurações independentes para os estados acessíveis associados às variáveis (Salinas, 2013).

No lançamento de um dado não viciado, seis são os estados acessíveis para a variável face.

O Método de Monte Carlo, no escopo dessa pesquisa se configura, então, nos seguintes passos conforme Salinas (2013):

1. Configuração do modelo preditivo, identificando-se as variáveis de entrada;
2. Especificação das distribuições de probabilidade das variáveis independentes;
3. Execução das simulações de modo iterado.

Essa manipulação dará origem ao algoritmo da inteligência artificial *perceptron*.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo central nessa pesquisa está o conceito de informação. Capurro e Hjørland (2007) indicam que esta é o conhecimento compartilhado. O que pode levar, a priori, à sensação de impossibilidade de armazenamento da informação, tratando-a com um fluxo contínuo entre os indivíduos que a compartilham.

No âmbito das ciências da informação, esse conceito é útil, mas não suficiente para o avanço das abordagens envolvendo bancos de dados e o acesso às informações ali armazenadas, guardadas, nem sempre seguras.

Faz-se necessário, portanto, a apropriação de um conceito profundo e abrangente para o escopo dessa pesquisa, tendo-se em mente que definições nem sempre são fáceis de se conseguir.

Fiéis ao cerne dessa pesquisa, traz-se à baila, conforme Capurro e Hjørland (2007), as imbricações conceituais exigentes e tributárias à Física e à Biologia.

Além, é claro, das questões epistemológicas suscitadas pela Psicologia e pela Sociologia, unindo-se à cibernética.

Veja-se, portanto, que essa é uma ceara que requer modelos objetivos sob pena de se perder o aparato fundamental para a aquisição, interpretação e análise das informações armazenadas.

Informação, enquanto seleção, apropriação e interpretação, também pode ser útil em ciências da informação como mostra Aguiar et al (2011). Mas esta é uma definição que ainda não explicita a teoria fundamental subjacente ao conceito.

Essa teoria é fundamental, pois é a partir dela que se dará contornos epistemológicos à inteligência artificial.

Seguindo com o trabalho de Aguiar et al (2011) vê-se que em ciências da informação, o caráter epistemológico do saber é fortemente negligenciado de forma persuasiva sob o jugo do atributo prático e executável dos algoritmos. Esses parecem apresentar um fim último nessas ciências.

Fechando um pouco o andamento do processo de conceituação de informação pode-se dizer que

“[...] a informação não é nem redutível às categorias clássicas nem é uma categoria radicalmente diferente de outra natureza assim como massa e energia. A informação é, na verdade, o resultado causal dos componentes físicos e processos existentes. Além do mais, é um resultado emergente de tais entidade físicas. Isto é revelado na definição sistêmica de informação. É um conceito relacional que inclui a fonte, o sinal o mecanismo de liberação e a reação como partes integradas. Poder-se-ia perguntar onde coloco a categoria da informação no meu sistema de ontologia. Deveria ser colocada no campo da cosmologia, como massa, energia e causalidade? Ou deveria ser colocada no campo da biologia? Minha resposta a esta pergunta será a última posição” (CAPURRO & HJORLAND, 2017, p. 176).

A próxima questão que se impõe no contexto desse estudo é a de recuperar a informação, considerando-se que ela já se encontra seguramente armazenada.

Para recuperar algo é necessário que esse algo – a informação – encontre-se indexada.

Pode-se pensar que o índice “é amplo, consistindo no registro de valores de vários atributos-chave de um texto referenciado com os quais se espera identificar e recuperar, futuramente, as informações” (CAPUANO, 2009, p. 10).

Compreendida a necessidade de indexação, pode-se pensar na recuperação das informações como um processo.

E é nesse processo que inserem as redes neurais artificiais. Elas, ainda de acordo com Capuano (2009), representam um modelo, um paradigma bem especificado no cerne da inteligência artificial, calcada na lógica fuzzy computacional e na heurística.

Por extensão,

“[...] a utilização de redes neurais em sistemas computacionais de recuperação de informação permite atribuir um caráter dinâmico a tais sistemas, dado que as representações dos documentos podem ser reavaliadas e alteradas de acordo com a especificação de relevância atribuída pelos usuários aos documentos recuperados” (FERNEDA, 2006, p. 5).

Desde os anos de 1940 que se procura um sistema computacional que emule o comportamento do cérebro humano, complexo que ele é.

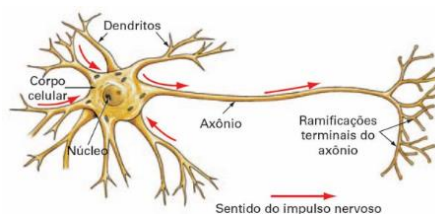
O primeiro passo consiste em construir um modelo matemático para o neurônio.

Essa estrutura

“é a unidade básica do cérebro humano, sendo uma célula especializada na transmissão de informações, pois nelas estão introduzidas propriedades de excitabilidade e condução de mensagens nervosas. O neurônio é constituído por 3 partes principais: a soma ou corpo celular, do qual emanam algumas ramificações denominadas de dendritos, e por uma outra ramificação descendente da soma, porém mais extensa, chamada de axônio. Nas extremidades dos axônios estão os nervos terminais, pelos quais é realizada a transmissão das informações para outros neurônios. Esta transmissão é conhecida como sinapse” (FERNEDA, 2006, p. 2).

A descrição acima pode ser vista na figura 1 que se segue.

*Figura 1 – Esquema de um neurônio*



*Fonte: Ferneda, 2006.*

A questão que se impõe na utilização das redes neurais artificiais para a emulação das redes neurais reais é que estas encontram-se entre aqueles sistemas complexos que se mostram difíceis de serem modelados por estarem na base de um fenômeno físico

conhecido como neurotransmissão real e, esse, por sua vez, possui comportamento probabilístico com probabilidades múltiplas (HAWKINS, 1999).

Ainda segundo Hawkins (1999) este cenário leva à presença e à propagação de incertezas e elas não podem ser negligenciadas.

Em meio à tantas exigências, um método matemático que seja capaz de dar conta, tanto da complexidade inerente ao processo de aprendizagem de máquina, quanto dos meandros probabilísticos surge quase como uma imanência.

A escolha foi o Método de Monte Carlo, pois a Simulação de Monte Carlo permite prever um conjunto de resultados dentro de um intervalo de valores a partir de um conjunto de entradas fixos, não importando se essas entradas são numéricas ou variáveis linguísticas (SALINAS, 2013).

A utilização das redes neurais artificiais na inteligência artificial para a apropriação, coleta, extração e análise de dados em bases massivas e com alto número de variáveis, requer que o processo de aprendizagem da máquina esteja em condições de fazer previsões de longo prazo e com alta precisão e fidedignidade.

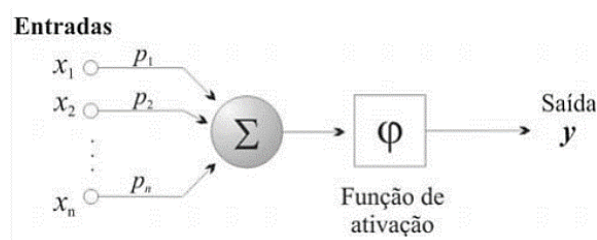
Mais ainda. Na medida em que o número de informações aumenta, a capacidade de fazer boas previsões também deve aumentar, característica essa presente no Método de Monte Carlo.

Nessa linha de construção, o resultado da construção do modelo matemático para o comportamento do neurônio pôde ser descrito pelos seguintes passos, conforme Ferneda (2006) e Salinas (2013).

- um conjunto de  $n$  conexões de entrada ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ), caracterizadas por pesos ( $p_1, p_2, \dots, p_n$ );
- um somador ( $\Sigma$ ) para acumular os sinais de entrada;
- uma função de ativação ( $\varphi$ ) que limita o intervalo permissível de amplitude do sinal de saída ( $y$ ) a um valor fixo.

De forma esquemática, tem-se a figura 2 abaixo.

*Figura 2 - Esquema do modelo matemático do neurônio*

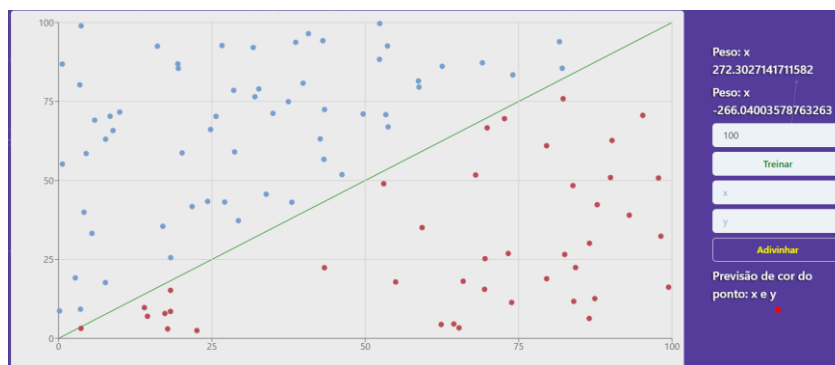


*Fonte: Ferneda, 2006.*

Tal modelo matemático, enquanto heurística e código, permitiu à máquina simuladora capacidade de aprendizado por meio de exemplos iterados e por inferências sobre o que aprendeu ao final de cada iteração.

O processo, como um todo, está vinculado ao chamado algoritmo de aprendizagem. Conforme esperado e dada a profundidade da pesquisa, nessa primeira fase mostrou-se tão somente o algoritmo de aprendizagem em funcionamento, conforme se vê na figura 3 abaixo.

Figura 3 – Front-end do aprendizado da máquina via algoritmo perceptron



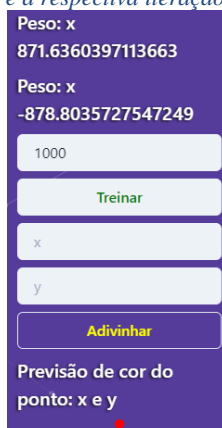
Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se, na figura 3, a representação do problema de Buffon, implementado pelo Método Monte Carlo (CAETANO, 2021).

Partindo-se desse problema treinou-se a inteligência artificial a dizer se um ponto aleatório, cujo par ordenado é  $(x,y)$ , estará acima ou, abaixo, da linha divisória. No modelo implementado nessa pesquisa, esperava-se que o algoritmo *Perceptron* aprendesse que os pontos vermelhos estariam abaixo e os azuis acima da linha divisória.

A figura 4 mostra que o processo de aprendizagem foi repetido, isto é, iterado, 1000 vezes. Mostra, também, os pesos associados às variáveis linguísticas.

Figura 4 – Indicação dos pesos atribuídos às variáveis e a respectiva iteração.



Fonte: Elaborada pelos autores.

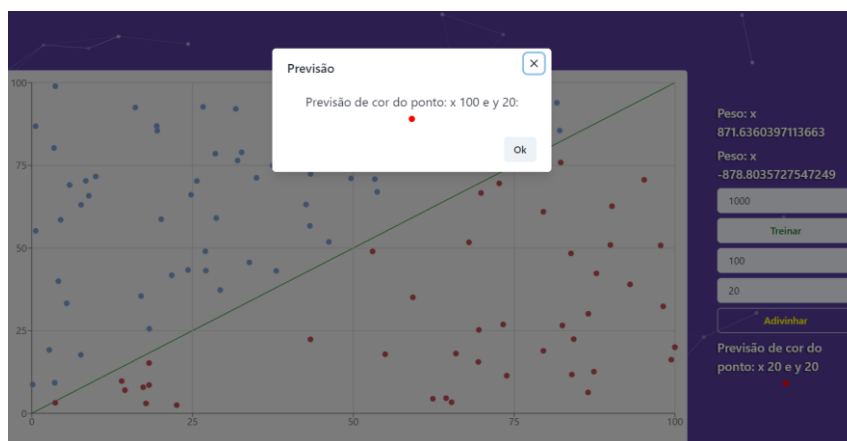


Após as iterações, entrou-se – *input* – com diversos pares ordenados para que a *Perceptron* identificasse onde o ponto associado ao par se localizaria e, qual a sua cor.

A partir da figura 5 abaixo vê-se o resultado da previsão – *output* – indicada pela *Perceptron* para o par ordenado (100, 20).

Optou-se por esse par ordenado para melhor visualização do ponto no plano cartesiano, confirmando o acerto da previsão da inteligência artificial.

*Figura 5 - Front-end mostrando o resultado da escolha da Perceptron.*



*Fonte: Elaborado pelos autores*

Os resultados estão com consonância com a literatura e mostram o quanto o processo elencado na pesquisa é robusto e confiável.

Do mesmo modo, mostraram que o Método de Monte Carlo é apropriado à modelagem, retornando as previsões sem exigir muito do sistema e sem perda de generalidade na capacidade de implementação dos códigos.

## 4 – CONCLUSÃO

O aprendizado de máquina é, certamente, uma das construções científicas e tecnológicas mais bem sucedidas na aventura humana pelo conhecimento.

Para muito além do personagem ‘Andrew’, de *O Homem Bicentenário*, a inteligência artificial, bem como as redes neurais artificiais, evoluiu de tal forma que hoje permeia processos desde a medicina às viagens espaciais.

Do mais singelo ‘boa noite *Alexa*’ ao mais robusto ‘*Watson*’, IA da IBM –, os algoritmos de tratamento de dados tornaram-se onipresentes.

Eles são os responsáveis por análises de dados altamente complexas que vão dos processos convolucionais nas imagens da medicina e da agronomia à checagem de informações e predição de resultados.

Ao aliar processos computacionais massivos às ferramentas matemáticas, convergiu saberes e ampliou o potencial tecnológico de inúmeras aplicações.

De resto, a que se pensar nos limites éticos e morais associados à essa tão fabulosa caminhada da humanidade.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Mariana A.; FURUCHO, Rogerio A.; XAVIER, Gilberto F.; PELAEZ, Francisco J. R. **Simulação De Estratégias Categóricas De Recordação E Formação De Conceitos Utilizando Técnicas De Redes Neurais Artificiais**. Brazilian Society On Computational Intelligence, Fortaleza, v. 25, n. 2, p. 60-66, ago. 2011.
- CAETANO, Marco Antonio Leonel. **Python e Mercado Financeiro: programação para estudantes, investidores e analistas**. São Paulo: Blucher, 2021.
- CAPUANO, Ethel Airton. **O Poder Cognitivo Das Redes Neurais Artificiais Modelo ART1 Na Recuperação Da Informação**. Ciências da Informação, Brasília, v. 38, n. 1, p. 9-30, abr. 2009.
- CAPURRO, Rafael; HJORLAND, Birger. **O Conceito de Informação**. Perspectivas em Ciência da Informação, [s. l], v. 12, n. 1, p. 148-207, abr. 2007.
- CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 2010, Rio de Janeiro. **Categorização e Classificação de Documentos Utilizando Redes Neurais Artificiais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.
- FERNEDA, Edberto. **Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação**. Ciência da Informação, Brasília, v. 35, n. 1, p. 25-30, jan./abr. 2006.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- HAYKINS, S. **Neural Networks: a comprehensive foundation**. New Jersey: Pearson Education, 1999.
- MEIRELES, Magali Rezende Gouvêa; CENDÓN, Beatriz Valadares. **Aplicação Prática Dos Processos De Análise De Conteúdo e De Análise De Citações em Artigos Relacionados Às Redes Neurais Artificiais**. Informação e Informática, Londrina, v. 15, n. 2, p. 77, dez. 2010. 93.
- NAZARENO, Hugo N.. **Mecânica Estatística e Funções de Green**. 2. ed. Brasília: Unb, 2010.
- SALINAS, Silvio R. A.. **Introdução à Física Estatística**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2013.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Ed. Huci-tec, 1996.
- VICENTINI, José Flavio. **Indexação e Recuperação de Informações Utilizando Redes Neurais da Família ART**. 2002. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Computação, Matemática Computacional, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

ZÁRATE, Luis E.; NOGUEIRA, Bruno M.; SANTOS, Tadeu R. A. **Recuperação de Dados Ausentes Através de Redes Neurais Artificiais - Estudo de Caso para uma Base de Dados Mercadológica**. Research Gate, Campo Grande, v. 12, n. 5, p. 50-57, ago. 2016.