



Igor Nascimento

AI E CÉREBRO HUMANO

Entendendo de verdade e na Prática



IGOR NASCIMENTO

Software Engineer
Artificial Intelligence Engineer

imnascimento.github.io/Portifolio/



Engenheiro de IA e Software, com passagens como AI Engineer e Senior Software Engineer; também pesquisador e professor. Líder de iniciativas de IA, da P&D à produção, unindo rigor científico e execução em escala do desenho do problema e experimentação à validação, implantação e evolução contínua em ambiente real. Meu foco é transformar pesquisa em produto, encurtando o caminho entre protótipos e impacto de negócios.



IMNascimento



igor-m-nascimento



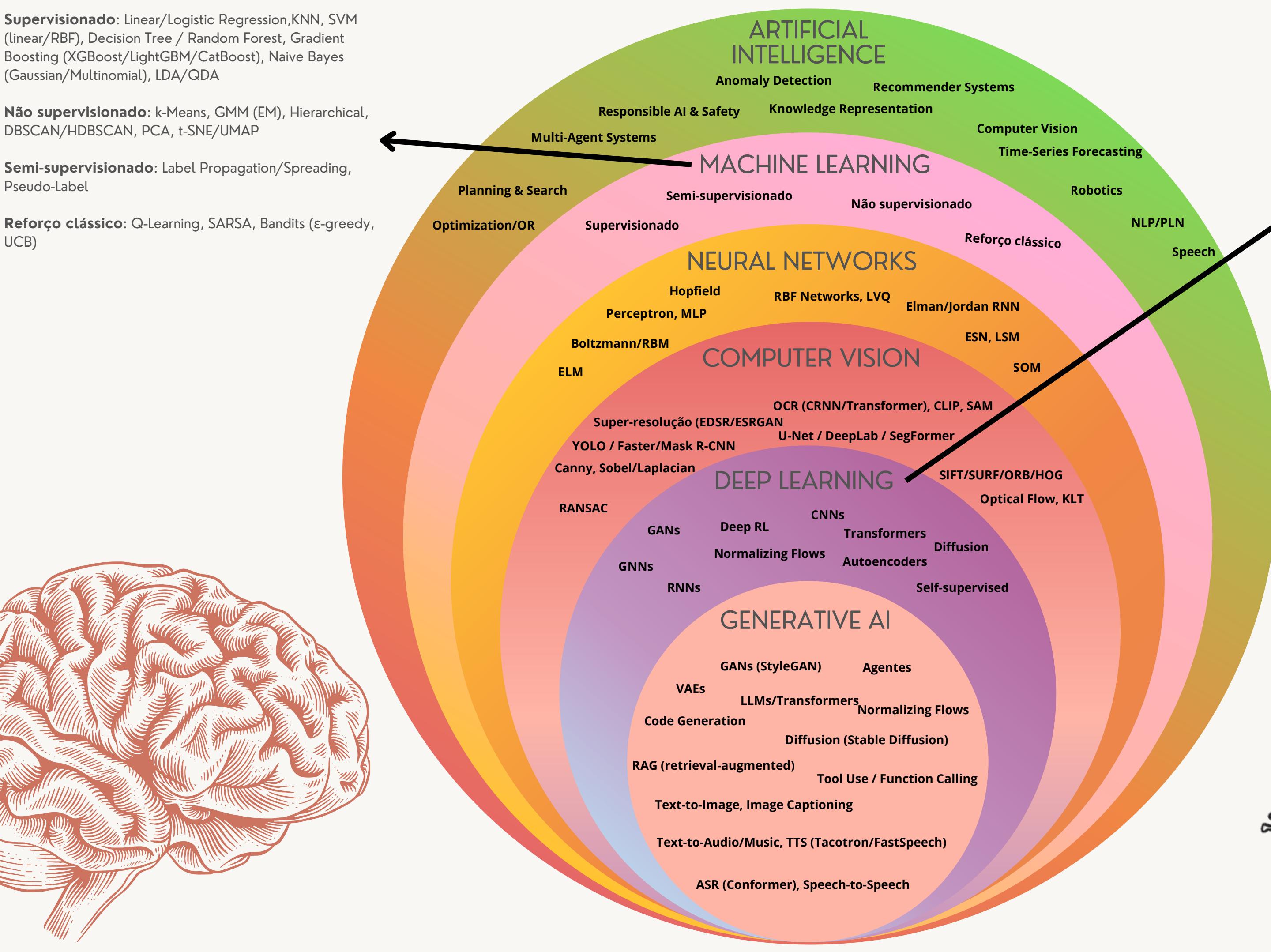
@igosjn99

Supervisionado: Linear/Logistic Regression, KNN, SVM (linear/RBF), Decision Tree / Random Forest, Gradient Boosting (XGBoost/LightGBM/CatBoost), Naive Bayes (Gaussian/Multinomial), LDA/QDA

Não supervisionado: k-Means, GMM (EM), Hierarchical DBSCAN/HDBSCAN, PCA, t-SNE/UMAP

Semi-supervisionado: Label Propagation/Spreading
Pseudo-Label

Reforço clássico: Q-Learning, SARSA, Bandits (ϵ -greedy, UCB)



Arquiteturas base: CNNs (LeNet, ResNet, EfficientNet), RNNs (LSTM, GRU, Seq2Seq), Transformers (BERT, ViT), GNNs (GCN, GAT)

Generativos: Autoencoders DAE & VAE, GANs (DCGAN, CycleGAN, StyleGAN), Diffusion (DDPM, Stable Diffusion/Latent), Normalizing Flows (RealNVP, Glow)

Aprendizado avançado: Self-supervised (SimCLR, MAE), Deep RL (DQN, PPO, SAC)



DR. RUFUS WEAVER 1888

HARRIET COLE

O sistema nervoso de Harriet Cole é um famoso preparo anatômico feito em 1888 pelo professor Rufus B. Weaver, que retirou e preservou todo o sistema nervoso humano cérebro, medula e nervos em uma única peça. O trabalho serviu como importante material de estudo em anatomia e neurologia por mostrar toda a rede nervosa de forma completa. Acredita-se que o corpo era de Harriet Cole, uma mulher negra que trabalhava no hospital, mas há dúvidas se ela realmente doou seu corpo.

ESTUDO DO CÉREBRO

EEG / MEG

registram atividade elétrica/magnética em milissegundos; ótima resolução temporal, baixa resolução espacial.

FMRI (RESSONÂNCIA FUNCIONAL)

mede mudanças hemodinâmicas (fluxo sanguíneo) com boa resolução espacial (mm) mas lenta (segundos).

IEEG / ECOG / ELETRODOS IMPLANTADOS

registros invasivos com excelente resolução temporal e espacial; usados em pacientes (ex: monitoramento de epilepsia).

BCI E DECODIFICAÇÃO (IA APLICADA)

modelos recentes conseguem ler sinais mais complexos (ex: fala interna), mas ainda são limitados e com fortes implicações éticas.



NEURÔNIOS HUMANOS

A neurocientista Suzana Herculano-Houzel desenvolveu um método inovador chamado isotropic fractionator para contar o número total de neurônios no cérebro humano de forma direta e precisa.

Ela dissolveu amostras de tecido cerebral em uma solução que rompe as membranas das células, liberando os núcleos celulares. Em seguida, usou marcadores fluorescentes para distinguir os neurônios das demais células (como as gliais). Essa contagem foi feita em amostras de diferentes regiões cerebrais, e os resultados foram extrapolados para o cérebro inteiro.

O estudo concluiu que o cérebro humano adulto possui em média ≈ 86 bilhões de neurônios e cerca de 85 bilhões de células não neuronais, uma proporção quase 1:1 corrigindo a antiga crença de que havia 100 bilhões de neurônios e 10x mais células gliais.





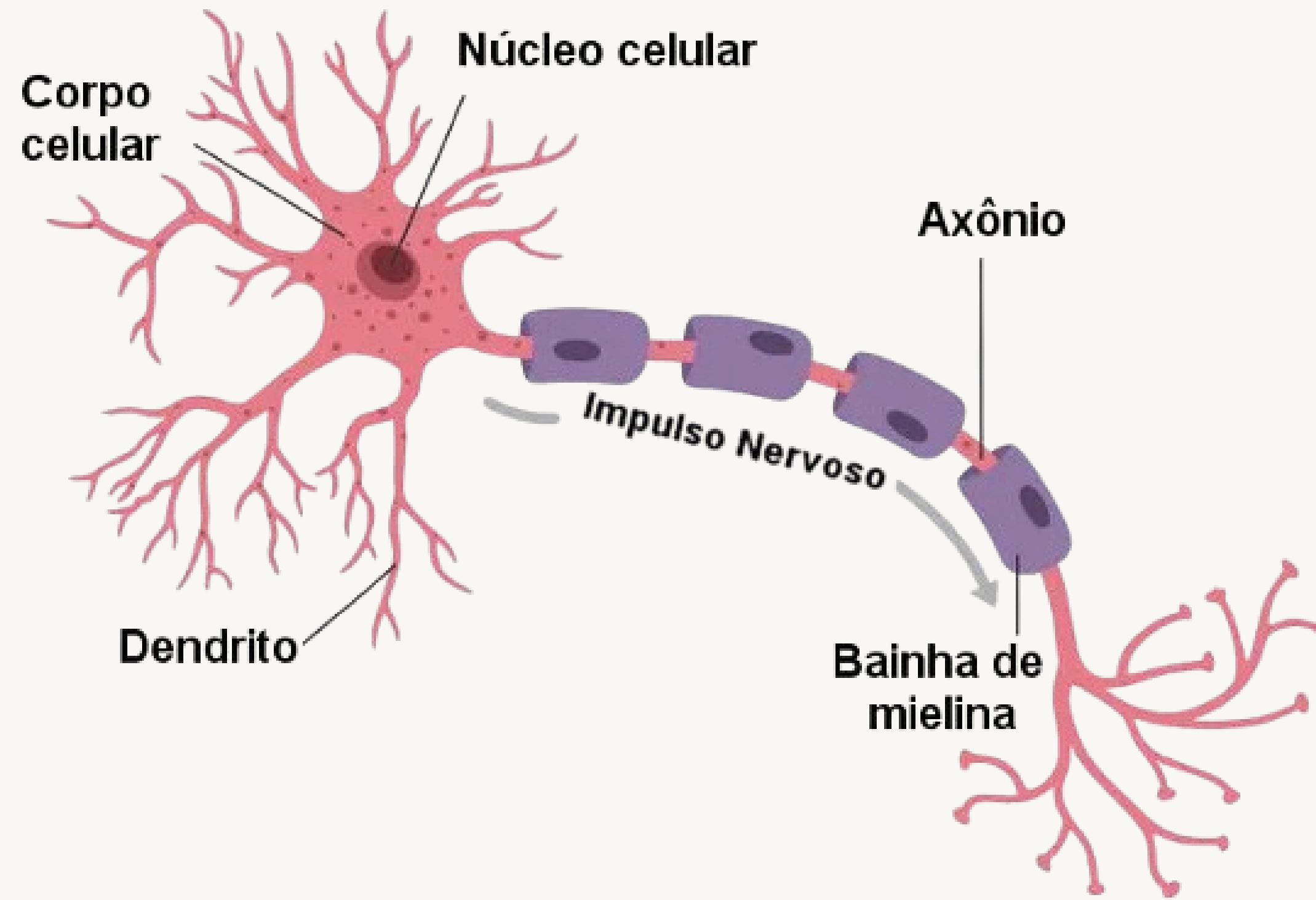
PROBLEMAS DE RUIDOS E LIMITAÇÃO

As sinapses “pontos de comunicação entre os neurônios” não funcionam de maneira perfeitamente confiável. Pequenas falhas elétricas e químicas geram ruído sináptico, criando incerteza na transmissão das informações. Essa variabilidade impõe um limite biológico à escalabilidade das redes neurais do cérebro: adicionar mais neurônios e conexões além de um ponto ótimo pode, em vez de melhorar o aprendizado, prejudicar o desempenho, pois o ruído acumulado reduz a precisão dos sinais. Segundo a pesquisa “Fundamental bounds on learning performance in neural circuits” demonstram que existe um equilíbrio delicado entre complexidade e estabilidade neural.

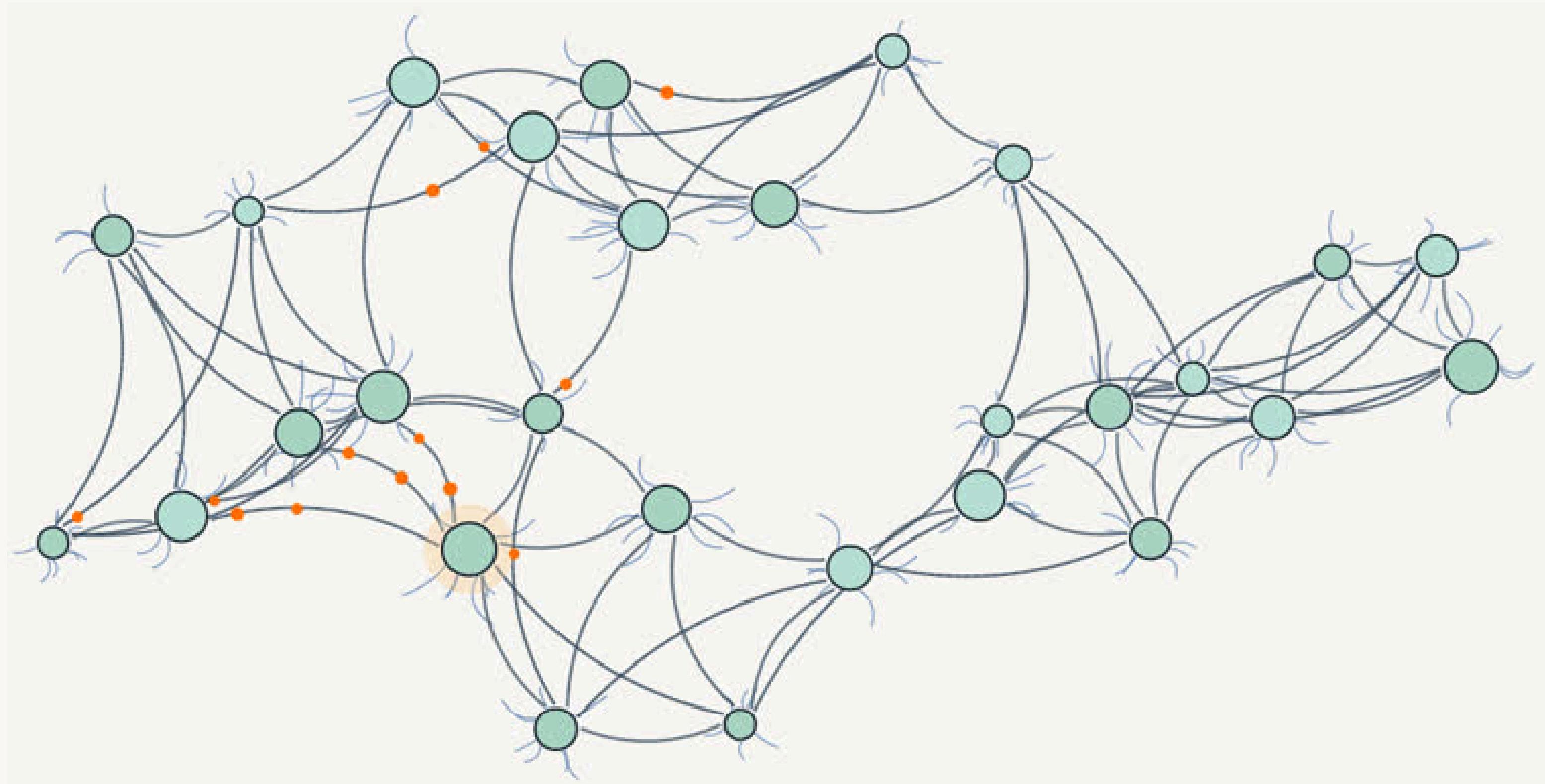
Além disso, o cérebro humano enfrenta limitações cognitivas naturais, especialmente na memória de trabalho nossa capacidade de manter e manipular informações temporariamente. Estudos, como “Neural Substrates of Cognitive Capacity Limitations” (PMC), indicam que conseguimos reter cerca de quatro itens simultaneamente, restrição associada à atividade no córtex pré-frontal. Essa limitação explica por que nossa atenção e raciocínio têm um alcance finito, evidenciando que, apesar de altamente eficiente, o cérebro é um sistema com recursos limitados e sujeito a ruído interno.

ESTRUTURA DO NEURÔNIO HUMANO

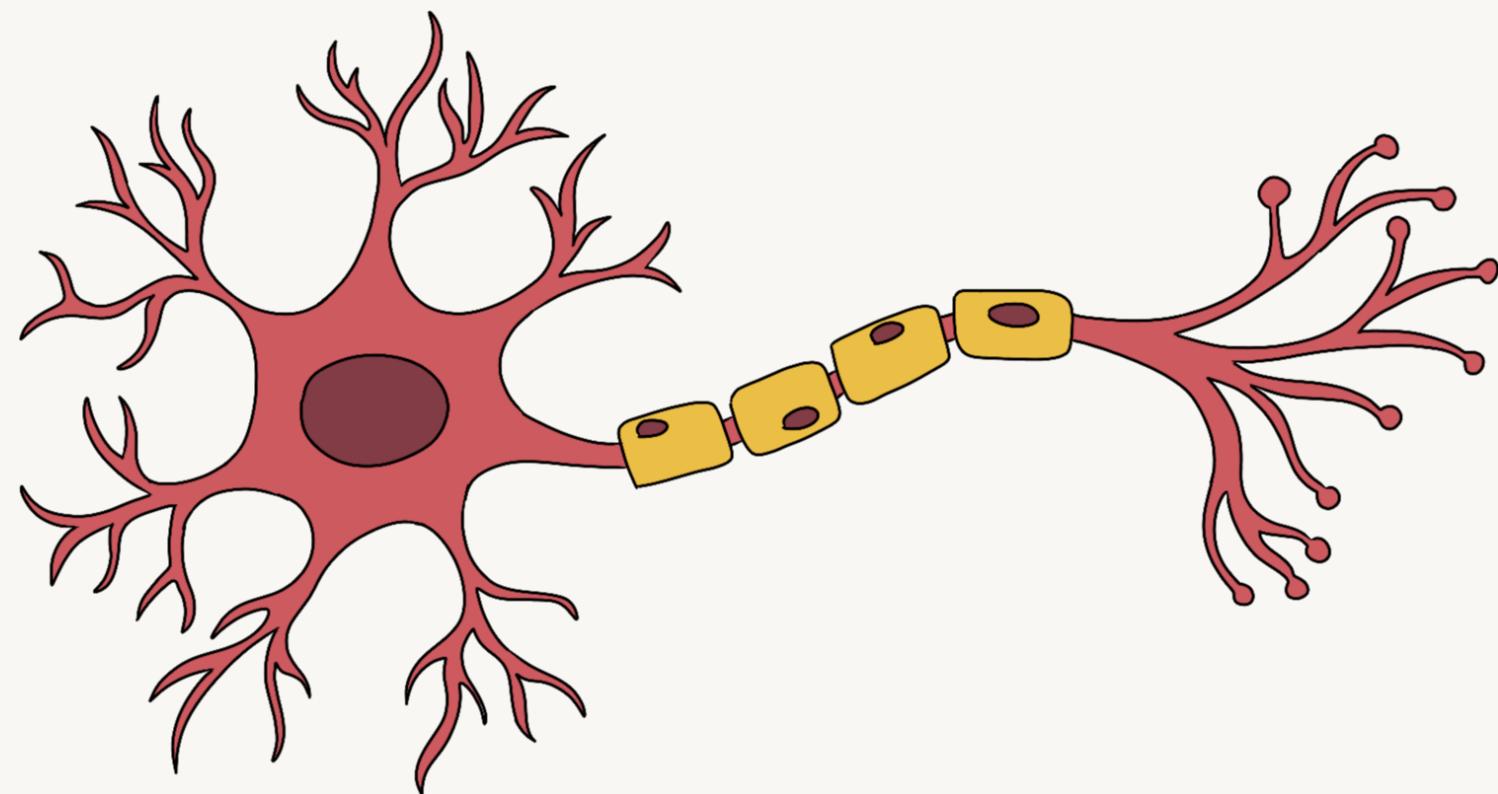
IGOR NASCIMENTO



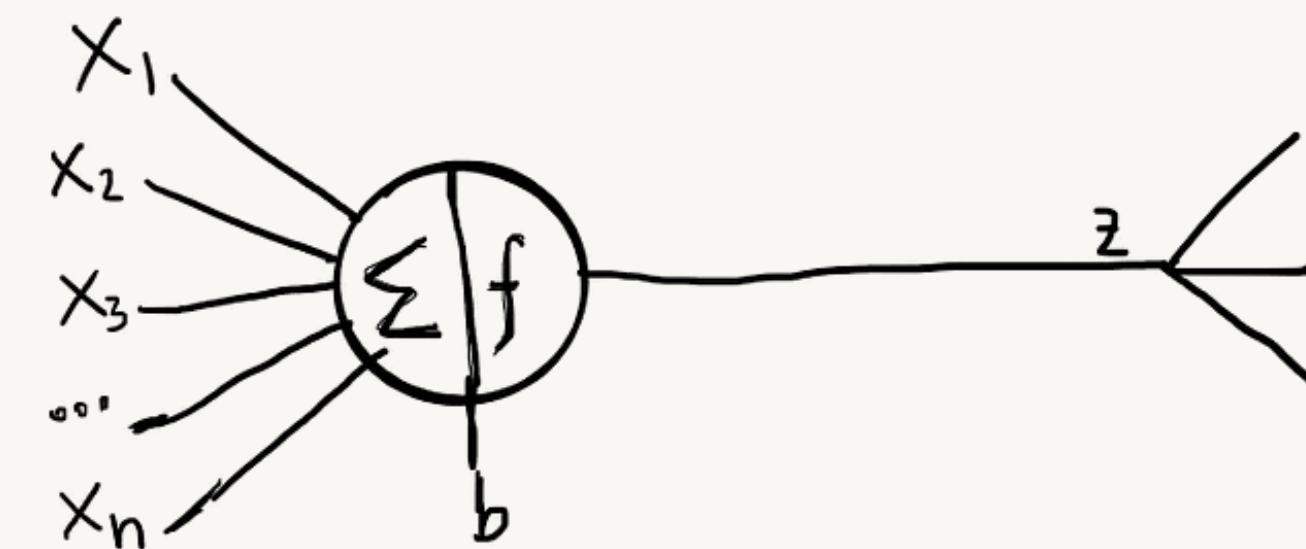
ESTRUTURA DA REDE NEURAL BIOLOGICA



NEURÔNIO E FUNÇÃO DE ATIVAÇÃO

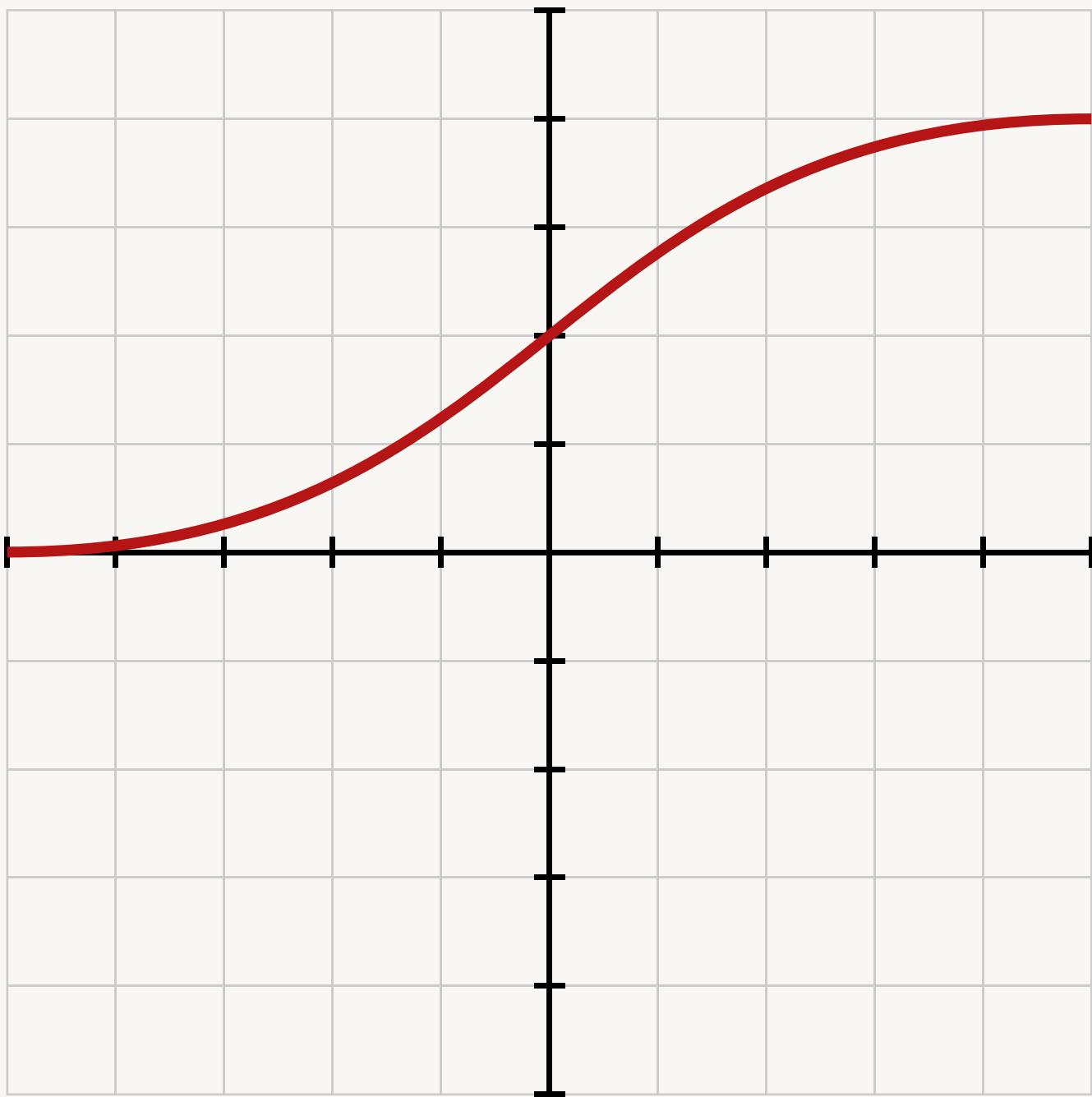


$$f(x) =$$

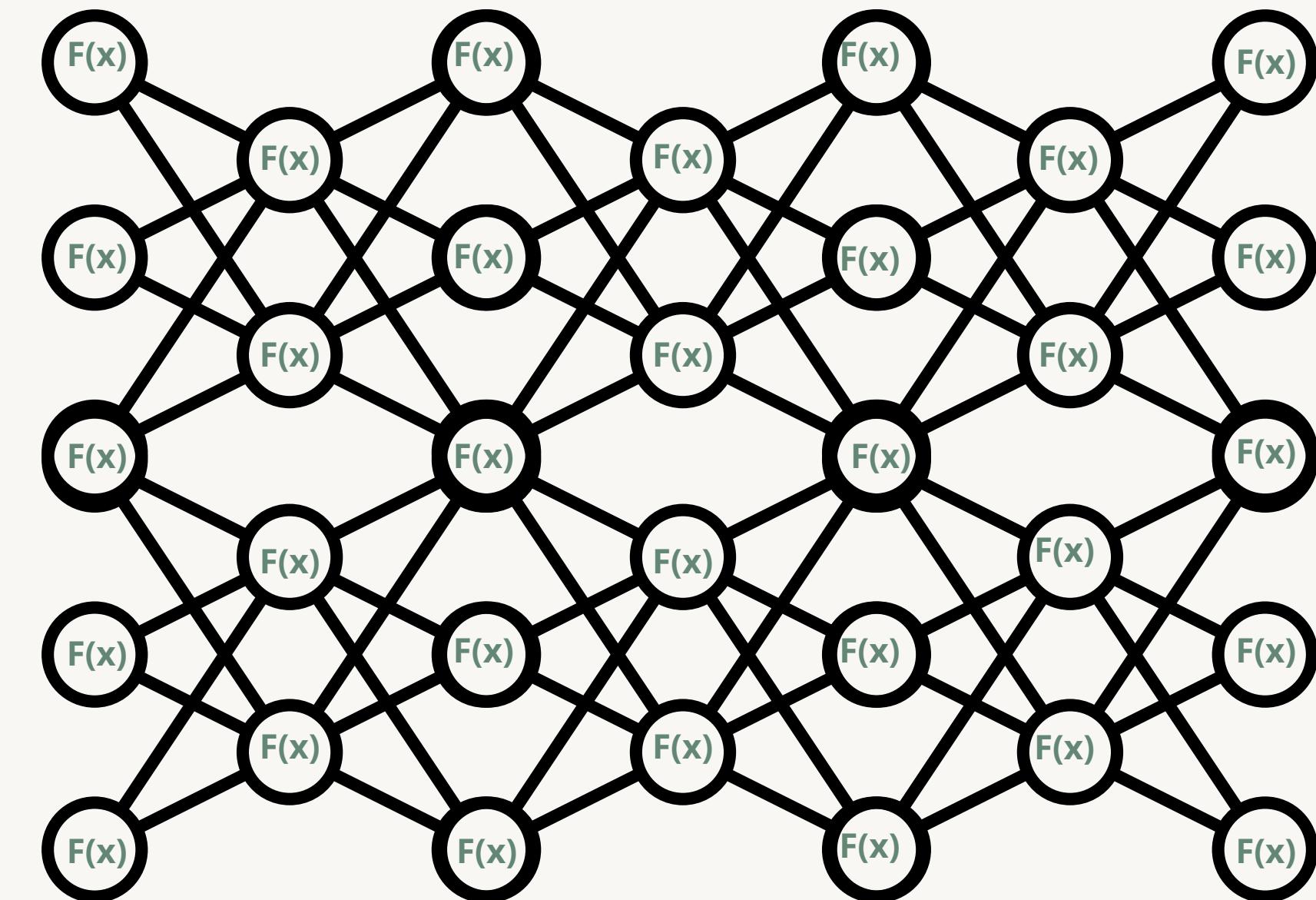


NEURONIO E REDE NEURAL ARTIFICIAL

NEURONIO

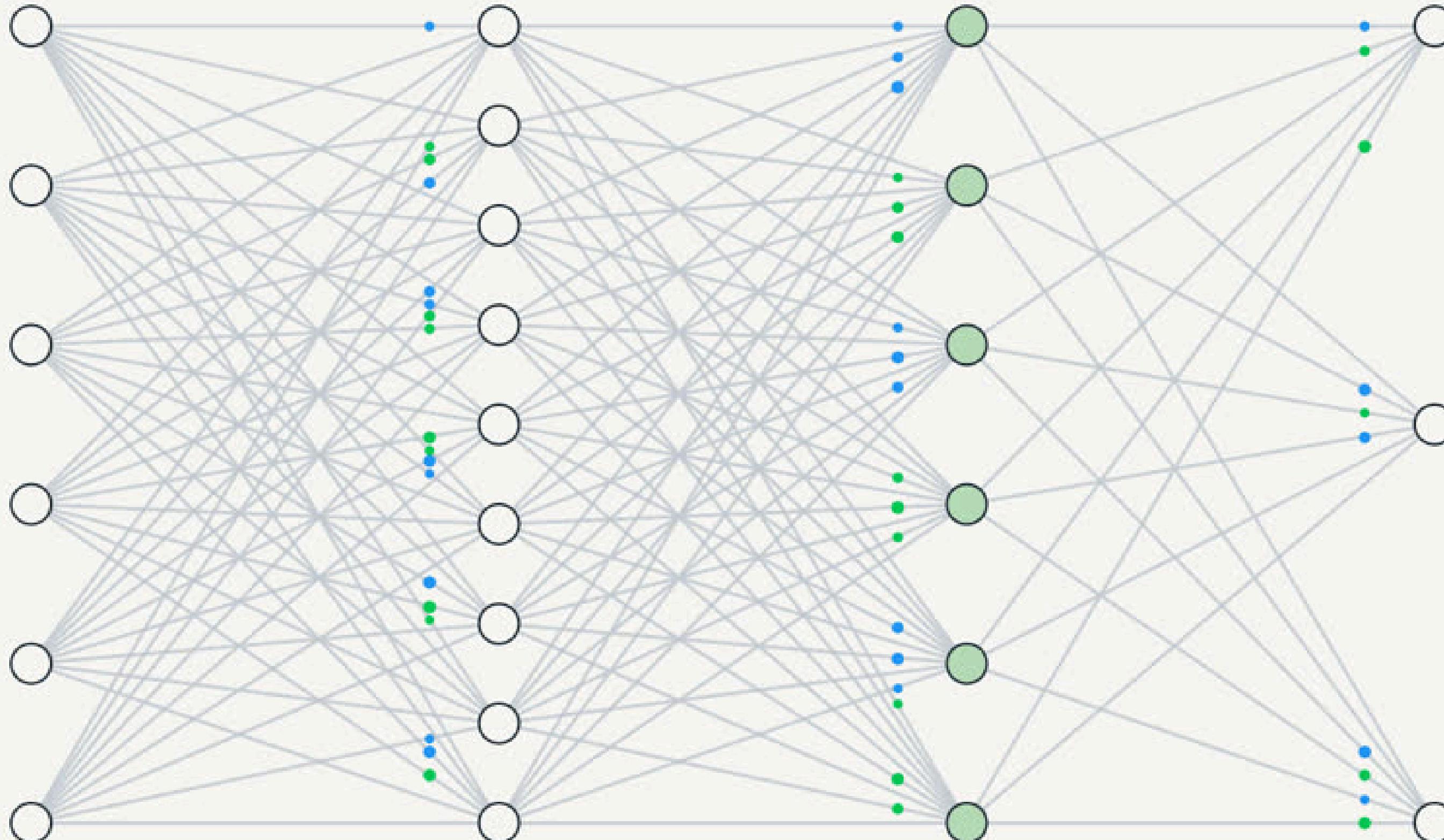


REDE NEURAL



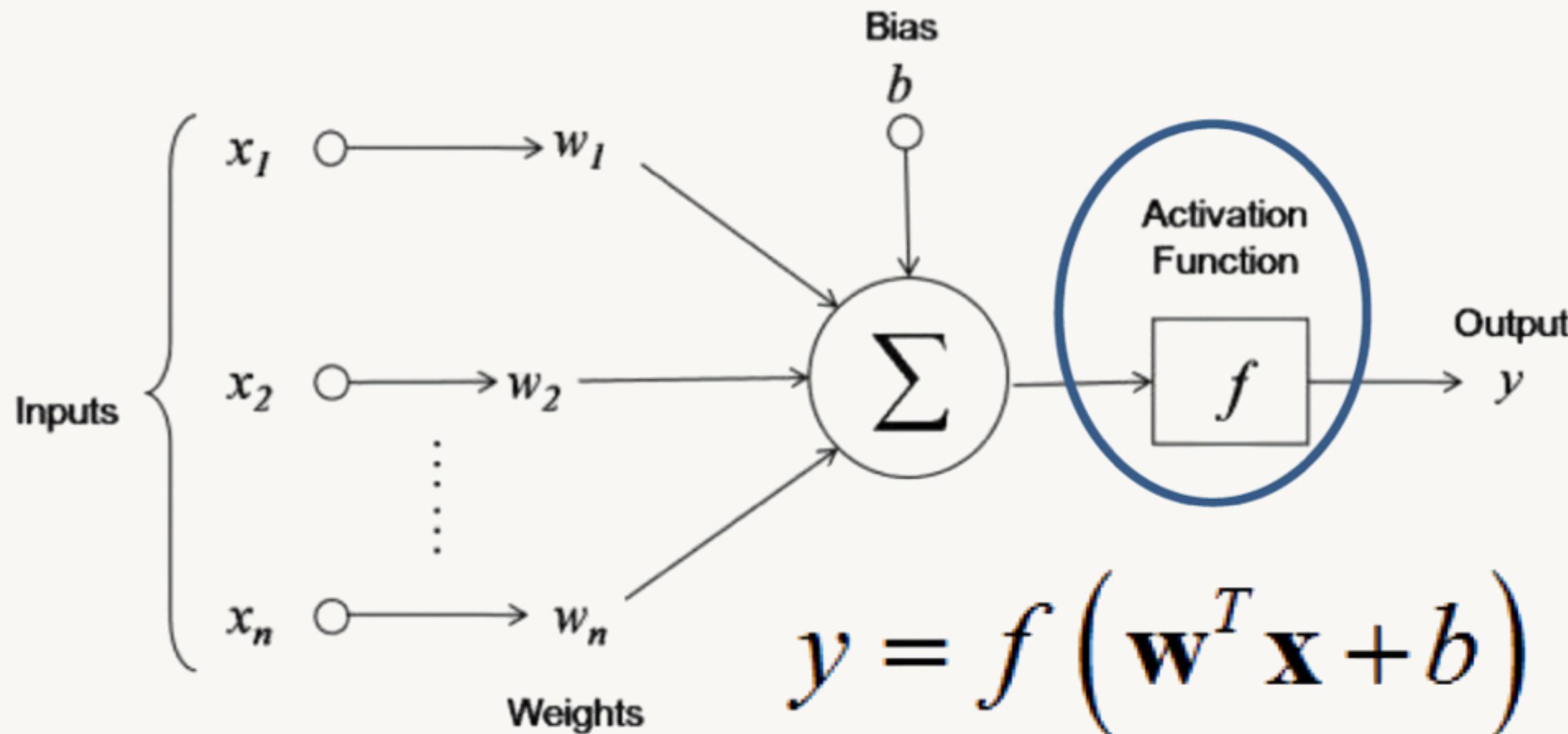
IGOR NASCIMENTO

ESTRUTURA DA REDE NEURAL ARTIFICIAL



IGOR NASCIMENTO

APRENDIZADO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL



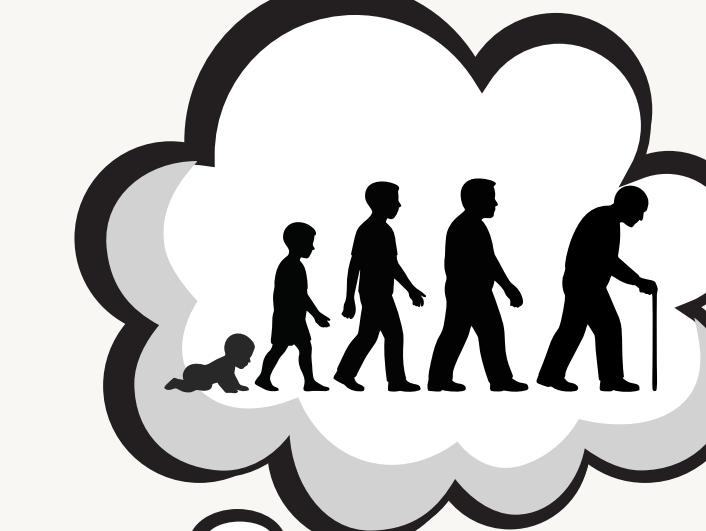
APRENDIZADO HUMANO



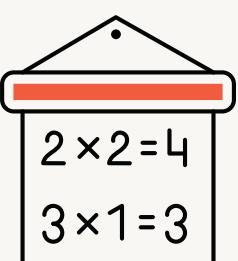
M A N L J H U T F N L B T I
O S L I T T A K V W G I Q I
N J E G V V L U C I N E K R
V I S C H I O R U Q U U Q S
Q K B A B B O N A T A L E W
K V P A N E T T O N E I F K
V I U N A S T R I N N E V E
I H R E G A L I V E U Z G J
Y A N G E L O J R A N T S X
S T E L L A Y X B N A S T C
E L F O F F B I S C O T T I
B P I A L B E R O G A H I X
O K D G H I R L A N D A S K
A I P V Q K D K F R E N N A



$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$$



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100





TEMPERATURA

A temperatura é um controle de aleatoriedade usado na geração de texto por IA. O modelo calcula probabilidades para as próximas palavras e a temperatura ajusta quão “ousadas” serão as escolhas: com temperatura baixa ($\approx 0,2\text{--}0,6$), a distribuição fica mais “afiada”, privilegiando opções muito prováveis o resultado tende a ser previsível e consistente. Com temperatura média ($\approx 0,7\text{--}1,0$), há equilíbrio entre coerência e variedade. Já temperaturas altas ($>1,0$) “achatam” a distribuição, aumentando a chance de opções menos prováveis o texto pode soar mais criativo, mas também corre maior risco de ficar incoerente. $\text{Softmax(logits / temperatura)}$ = maior a temperatura = mais exploração.

TEMP 0.3 → “MÁRIO”

TEMP 0.8 → “MARILO” / “JORIEL”

TEMP 1.2 → “ZAIRUX”



CRIATIVIDADE HUMANA

A criatividade emerge de circuitos corticais que combinam memória (hipocampo e áreas associativas), planejamento e controle (córtex pré-frontal) e seleção de ações (gânglios da base), modulados por dopamina, noradrenalina e outros. Pela plasticidade sináptica (ex: LTP/LTD), o cérebro reforça conexões úteis e inibe vias menos relevantes, alternando rapidamente entre explorar combinações novas e refinar as mais promissoras gerando soluções originais com base na experiência.

PLASTICIDADE

RECOMBINAÇÃO

EXPLORAÇÃO



POR QUE ?

PLASTICIDADE

No cérebro, conexões sinápticas mudam com a experiência (LTP/LTD); nas IAs, os “pesos” ajustam com o aprendizado. Em ambos, aprender = mudar conexões.

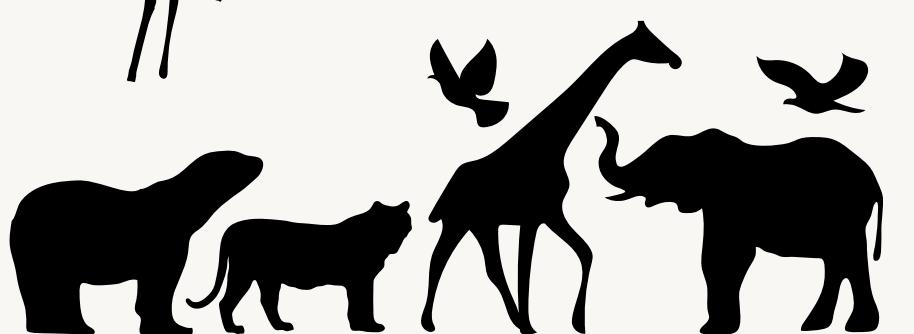
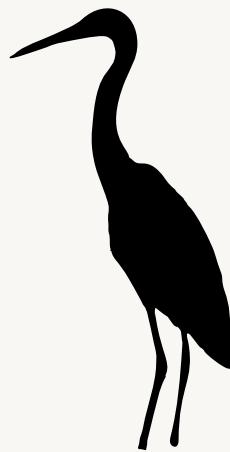
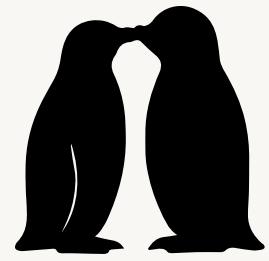
RECOMBINAÇÃO

neurônios (especialmente em áreas associativas e hipocampo) combinam memórias e traços em arranjos inéditos; modelos gerativos recombinam padrões do treino (tokens/latentes) para criar saídas novas.

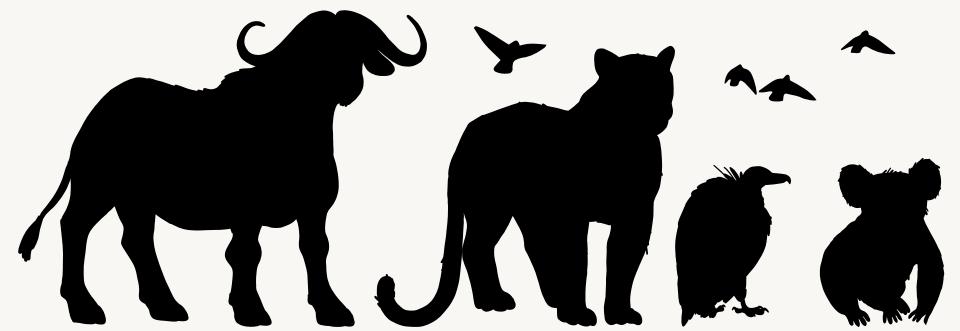
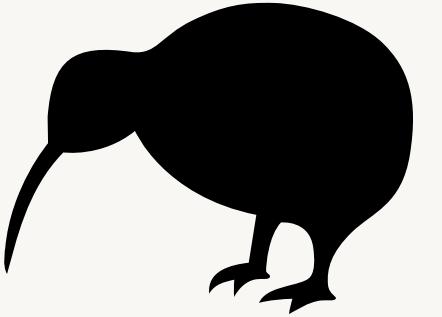
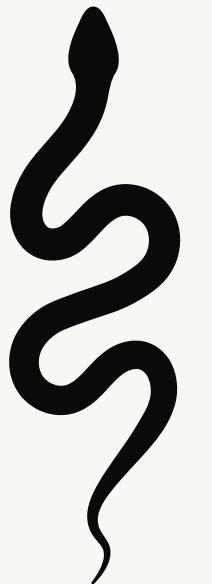
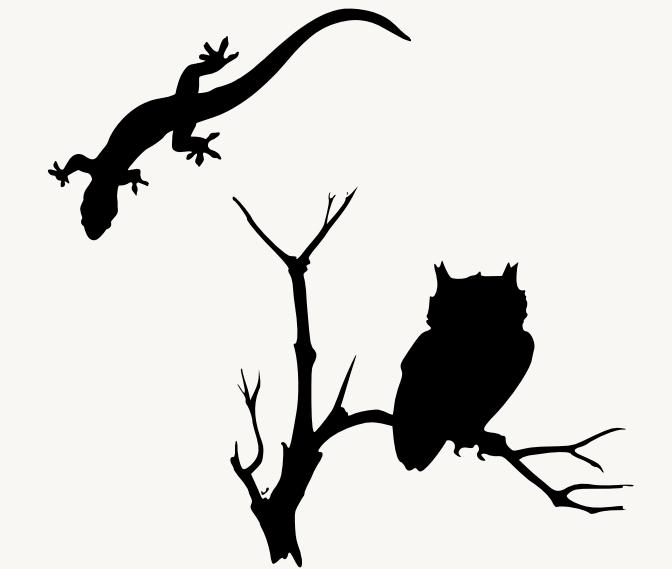
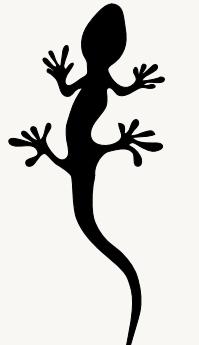
EXPLORAÇÃO

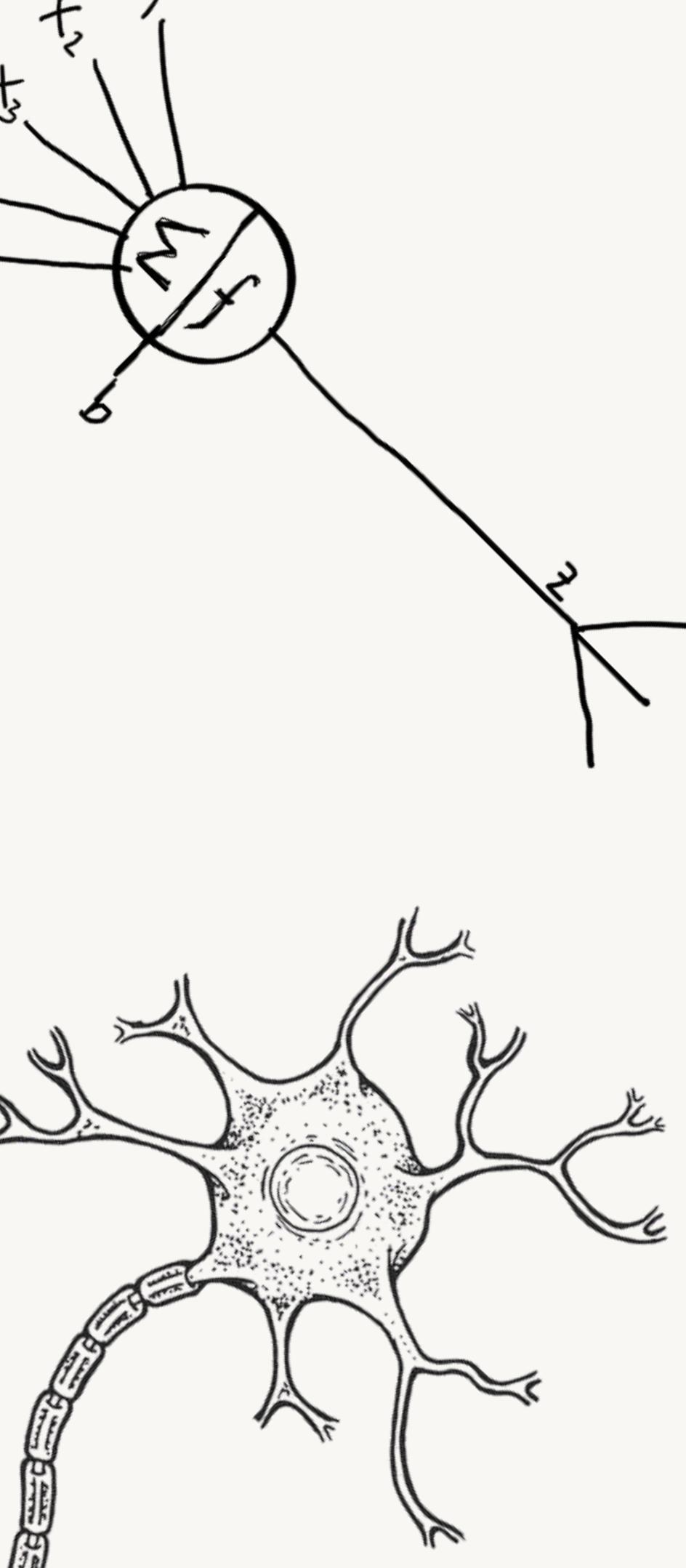
o sistema dopaminérgico modula o equilíbrio explorar x explotar (arriscar ideias vs. repetir estratégias); em IA, hiperparâmetros e estratégias (temperatura, top-k, ϵ -greedy) controlam o quanto o modelo arrisca escolhas menos prováveis.

PADRÕES DE RECONHECIMENTO



$$\begin{aligned}
 y &= \frac{\Delta x}{\Delta z} \\
 (x-y^2) &= f = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (x-m)^2} \\
 \lim_{x \rightarrow 1} \frac{ctgx - 2}{2\pi x^3} &= P = r^2 \quad \ln = \sqrt{ax^b} \\
 \sum_{i=1}^{h-1} h_i &= B \quad e = 2,79 \\
 \sin \alpha &= \frac{y}{x} \quad P = \sum_{i=0}^{\infty} x_i^a \\
 (x+y)^2 &= \left(\frac{y}{2}\right)^2 = x^2 + 2ax + a^2 \quad A-C = \frac{f_x}{c} \\
 +y^2 &= 2 \quad \frac{\Delta x}{\Delta y} = \lim_{y \rightarrow 1} \frac{\Delta x+2}{\Delta y-1} \\
 (x+a) &= (y-1)^2 \quad e = \cos x + \tan y \quad \int_{t=2}^{10} f_t dt dy = \frac{\Delta x}{\Delta z} \\
 \sin \alpha &= \frac{b^3}{(x+h)} \quad \sin \alpha = \frac{b^3}{x+h} \quad x_{1/2} = \frac{b \pm \sqrt{a-c}}{2}
 \end{aligned}$$





$$1 + 1 = ?$$

ARITMÉTICA DE PEANO

Axiomas/ definições básicas:

- **0** é um número.
- Se **n** é número, então **S(n)** “o sucessor de **n**” também é.
- Definimos $1 = S(0)$ e $2 = S(1) = S(S(0))$.
- Definimos a adição por recursão:
 - 1) $a + 0 = a$
 - 2) $a + S(b) = S(a+b)$

Prova de $1+1=2$

$$1+1 = S(0) + S(0)$$

$$= S(S(0)+0)$$

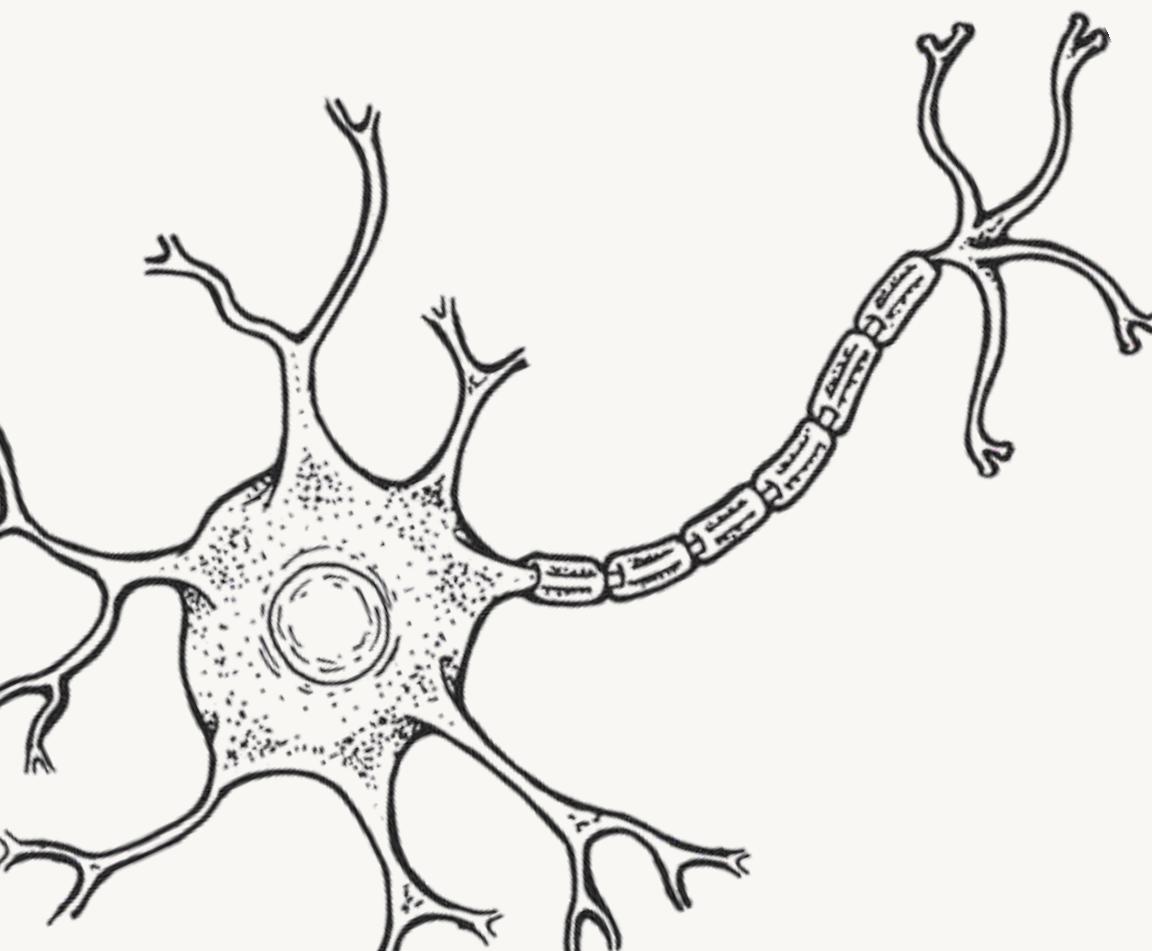
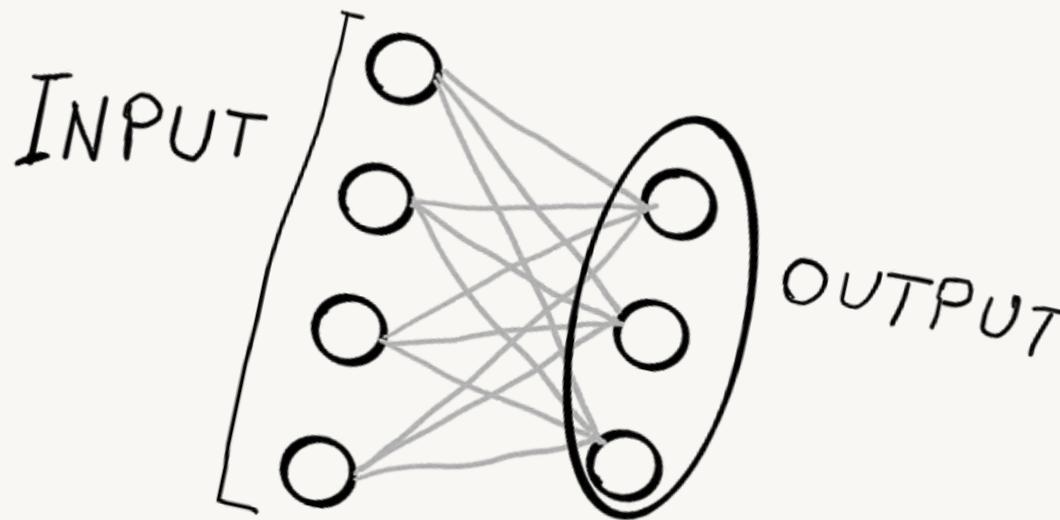
$$= S(S(0))$$

$$= S(S(0))$$

$$= 2$$

“pela regra 2, com $a=S(0), b=0$ ”

“pela regra 1”



$$1 + 1 = ?$$

TEORIA DOS CONJUNTOS

Construção de von Neumann:

- $0 = \emptyset$
- sucessor: $S(n) = n \cup \{n\}$
- Então $1 = S(0) = \{\emptyset\}$, $2 = S(1) = \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$

Define-se + por recursão (teorema da recursão):

- $a+0 = a$
- $a+S(b) = S(a+b)$

Cálculo de 1+1

$$1 + 1 = 1 + S(0)$$

$$= S(1+0)$$

$$= S(1)$$

$$= 1 \cup \{1\}$$

$$= \{\emptyset \cup \{\{\emptyset\}\}\}$$

$$= \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$$

$$=\underline{2}$$



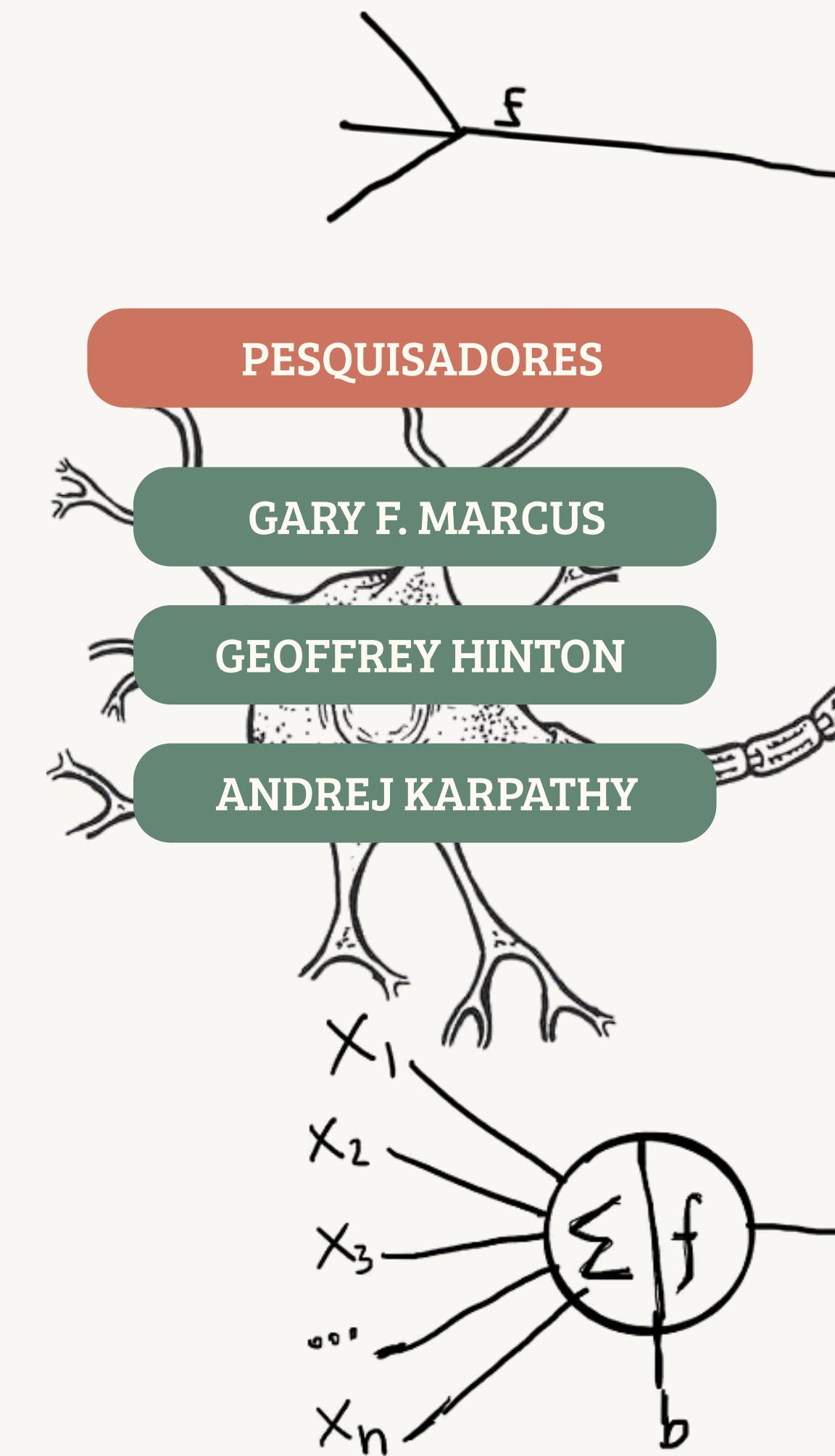
PRÁTICA EM CÓDIGO

PESQUISADORES

GARY F. MARCUS

GEOFFREY HINTON

ANDREJ KARPATHY



**Reflexão e sabedoria são conceitos distintos.
Atualmente, é comum ver pessoas que
afirmam possuir sabedoria, mas são poucas
as que verdadeiramente dedicam tempo à
reflexão profunda.**

Nascimento I. M.



REFERENCIAS

- Zabelina DL, Andrews-Hanna JR. Dopamine and the Creative Mind: Individual Differences in Creativity Are Related to Dopamine Function. *Front Hum Neurosci.* 2016. <https://PMC4718590/>
- Boot N, Baas M, van Gaal S, et al. Creative cognition and dopaminergic modulation of fronto-striatal networks: integrative review and research agenda. *Neurosci Biobehav Rev.* 2017. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28419830/>
- Lhommée E, et al. Dopamine and the Biology of Creativity. *Front Neurol.* 2014. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2014.00055/full>
- Badre D. Cognitive Control. *Annu Rev Psychol.* 2024. <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-psych-022024-103901>
- Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci.* 2001. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11283309/>
- Friedman NP, Robbins TW. The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology.* 2021. <https://PMC8617292/>
- Hélie S, Ell SW, Ashby FG. Exploring the cognitive and motor functions of the basal ganglia. *Front Comput Neurosci.* 2013. <https://PMC3854553/>

REFERENCIAS

- Fundamental bounds on learning performance in neural circuits - <https://arxiv.org/abs/1812.11758>
- Neural substrates of cognitive capacity limitations - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21690375/>
- Brain Size and Limits to Adult Neurogenesis - <https://PMC5047485/>
- Constraints of Metabolic Energy on the Number of Synaptic Connections of Neurons and the Density of Neuronal Networks - <https://www.frontiersin.org/journals/computational-neuroscience/articles/10.3389/fncom.2018.00091/full>
- Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19226510/>
- Bear MF. Synaptic plasticity: LTP and LTD. Curr Opin Neurobiol. 1994. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7919934/>
- Malenka RC, Bear MF. LTP and LTD: an embarrassment of riches. Neuron. 2004. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15450156/>
- Abraham WC, Jones OD, Glanzman DL. Long-term potentiation: 50 years on—past, present and future. Philos Trans R Soc B. 2024. <https://PMC11343267/>
- Purves D et al. Long-Term Synaptic Potentiation. In: Neuroscience (NCBI Bookshelf). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10878/>
- Hayashi Y. Molecular mechanism of hippocampal long-term potentiation. Neurosci Res. 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34375719/>

REFERENCIAS

- Leisman G, Braun-Benjamin O, Melillo R. Cognitive-motor interactions of the basal ganglia in health and disease. *Front Syst Neurosci.* 2014. <https://PMC3923298/>
- Khalil R, Godde B, Karim AA. The Link Between Creativity, Cognition, and Neuromodulatory Circuits. *Front Neural Circuits.* 2019. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fncir.2019.00018/full>
- Repositório Code ArtificialNeuron - <https://github.com/IMNascimento/ArtificialNeuron>