



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## PQI 3403 Análise de Processos da Indústria Química

Ardson dos Santos Vianna Júnior - ASVJ  
e-mail: [ardson@usp.br](mailto:ardson@usp.br)





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# Aula

## Redes Neurais Artificiais (RNA)

PQI 3403 Análise de Processos da Indústria Química



# Roteiro



INTRODUÇÃO



TOPOLOGIA



PERCEPTRON DE  
MÚLTIPLA CAMADA



TREINAMENTO



CONCLUSÃO



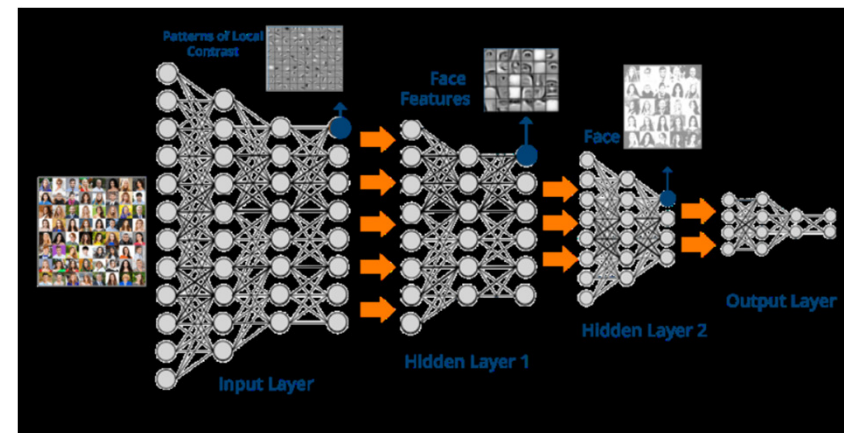
# Topologias RNA

- MLP – perceptron de múltipla camada
- Células neurais artificiais paraconsistentes
  - Básica, de conexão lógica simples, de conexão, de aprendizagem, ...
  - Lógica não tradicional: pode ter valores além de *verdadeiro* e *falso* - tais como *indeterminado* e *inconsistente*.



# Perceptron de múltipla camada - MLP

- MLP – multi layer perceptron
- Modelos complexos e não lineares
- Redes neurais feedforward – uma direção, da entrada para a saída
- Amplamente usados
  - Classificação, reconhecimento, predição e aproximação



# Aprendizado - RNA

- **Aprendizado supervisionado:** treino, entradas e saídas
- **Aprendizado por reforço:** para cada entrada apresentada, é produzida uma indicação (reforço) sobre a adequação das saídas correspondentes produzidas pela rede
- **Aprendizado não-supervisionado:** a rede atualiza seus pesos sem o uso de pares entrada-saídas desejadas e sem indicações sobre a adequação das saídas produzidas.



## Componentes de uma RNA

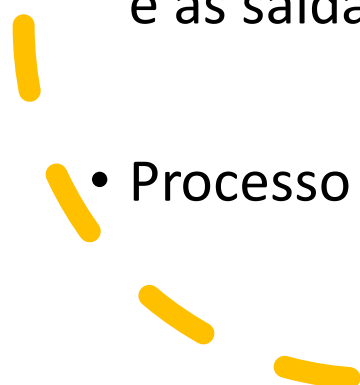
- Uma camada de input  $x_i$
- Uma quantidade arbitrária de camadas escondidas (intermediárias)
- Uma camada de saída  $\hat{y}$
- Um conjunto de pesos  $w_i$  e  $b_i$  erros persistentes (bias)
- Escolha de funções de ativação para cada camada escondida.





# Treinamento

- Treinar um perceptron envolve alimentá-lo com amostras e calcular resultados para cada uma destas entradas. Após cada amostra, os pesos são ajustados de forma a minimizar o erro da saída, usualmente definido como a diferença entre o desejado (alvo - target) e as saídas reais.
- Processo de aprendizagem







# Treinamento - backpropagation

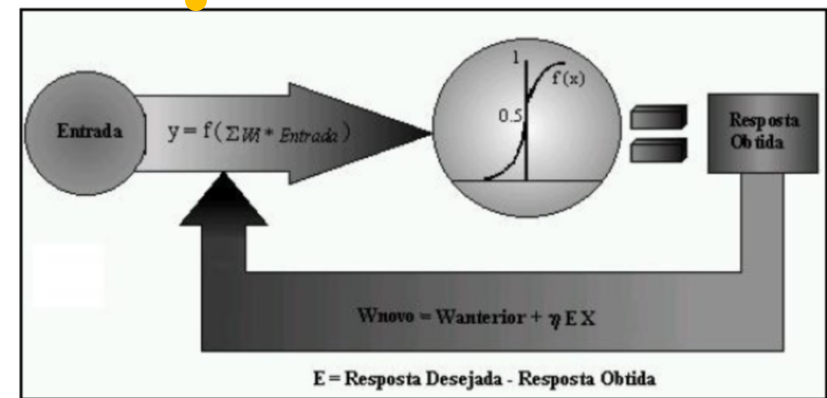
A rede opera em uma sequência de dois passos:

- Primeiro Passo:
  - um padrão é apresentado à camada de entrada da rede. A atividade resultante flui através da rede, camada por camada, até que a resposta seja produzida pela camada de saída.
- Segundo Passo:
  - A saída obtida é comparada à saída desejada para esse padrão particular. Se esta não estiver correta, o erro é calculado.
  - O erro é propagado a partir da camada de saída até a camada de entrada, e os pesos das conexões das unidades das camadas internas vão sendo modificados conforme o erro é retropropagado.



# Algoritmo

- Iniciar todas as conexões com pesos aleatórios;
- Repita até que o erro  $E$  seja satisfatoriamente pequeno ( $E = e$ )
  - Para cada par de treinamento  $(X,d)$ , faça:
  - Calcular a resposta obtida  $O$ ;
  - Se o erro não for satisfatoriamente pequeno  $E > e$ , então:
  - Atualizar pesos:  $W_{\text{novo}} := W_{\text{anterior}} + \eta E X$



Esquema de treinamento do Perceptron.



# Conclusão

- Perceptron de múltipla camada
- Topologia
- treinamento



# Bibliografia

- Peter Norvig, Stuart Russell - Inteligência Artificial, tradução da 3ª ed., Elsevier, 2013.
- Guttag, John. *Introduction to Computation and Programming Using Python: With Application to Understanding Data*. 2nd ed. MIT Press, 2016.
- [https://www.youtube.com/watch?v=VrMHA3yX\\_QI](https://www.youtube.com/watch?v=VrMHA3yX_QI)
- Prof. Patrick Henry Winston