

# Inteligência Artificial: Fundamentos

Simbólica vs. Conexionista | Agentes e Ambientes

---

Prof. Karan Luciano

3 de fevereiro de 2026

Ciência da Computação

1. Dualidade da IA: Simbólica vs. Conexionista
2. Agentes Inteligentes
3. Propriedades dos Ambientes

## **1. Dualidade da IA: Simbólica vs. Conexionista**

---

### 1956 - The Dartmouth Conference

O nascimento oficial do termo "Inteligência Artificial".

- **Era Simbólica (1950s-1980s):** Foco em lógica, busca e sistemas especialistas. (Logic Theorist, GPS).
- **Inverno da IA:** Períodos de desilusão e corte de verbas.

### 2012 - A Revolução do Deep Learning

O ressurgimento do conexionismo.

- **Era Conexcionista (1980s-Hoje):** Backpropagation, GPUs e Big Data. (AlexNet, AlphaGo, GPT).

## ⚙️ Abordagem Top-Down

Tenta modelar a inteligência através da manipulação de símbolos e regras lógicas explícitas.

$$\forall x(Sintoma(x) \wedge Regra(x) \rightarrow Diagnostico(x))$$

## Exemplo: Sistemas Especialistas (MYCIN)

Regra 284:

⌕ regra.log

```
1  SE (o paciente tem febre) E (a mancha é vermelha)
2  ENTÃO (há 80% de chance de ser sarampo)
```

## Abordagem Bottom-Up

Inspira-se na biologia. O conhecimento emerge da força das conexões ( $w$ ).

$$y = \phi \left( \sum_{i=1}^n w_i x_i + b \right)$$

### O Perceptron:

- **Entradas (Inputs):** Dados brutos (pixels, áudio).
- **Pesos (Weights):** Importância de cada entrada.
- **Ativação:** Função matemática não-linear.
- **Saída:** Classificação ou predição.



"O conhecimento não está nos símbolos, mas nas conexões (pesos)."

## **2. Agentes Inteligentes**

---

## Conceito Fundamental

Um agente é tudo o que percebe seu ambiente através de **sensores** e age sobre ele através de **atuadores**.

**Função do Agente:**  $f : P^* \rightarrow A$

O agente ideal maximiza a utilidade esperada:

$$a^* = \arg \max_a \sum_{s'} P(s'|s, a) U(s')$$

*"Traduzindo": Escolha a ação com melhor **Custo-Benefício** (Probabilidade  $\times$  Recompensa).*



# Decodificando a Matemática (Agentes)

$$a^* = \arg \max_a \sum P(s'|s, a)U(s')$$

## Os Símbolos:

- $a^*$ : A **Melhor Ação**.
- $\arg \max$ : "Escolha a opção que ganha..."
- $P(\dots)$ : **Probabilidade** (Chance).
- $U(\dots)$ : **Utilidade** (Prêmio).

## Analogia (Custo-Benefício):

- **Poupança:**  
Chance 100% ( $P = 1$ ) de ganhar R\$10 ( $U = 10$ ).  
 $\rightarrow 1 \times 10 = \mathbf{10}$ .
- **Loteria:**  
Chance 1% ( $P = 0.01$ ) de ganhar R\$1000 ( $U = 1000$ ).  
 $\rightarrow 0.01 \times 1000 = \mathbf{10}$ .

*A fórmula ajuda o robô a calcular qual vale mais a pena.*

# Exemplo Real: A Matemática da Mega-Sena

## Cenário (Fev/2026):

- **Custo do Bilhete:** R\$ 6,00
- **Prêmio Estimado:** R\$ 100 Milhões

### 1. A Probabilidade ( $P$ )

A chance de acertar 6 números é 1 em 50.063.860.

$$P = \frac{1}{50.063.860} \approx 0,00000001997$$

### 2. O Valor Esperado ( $E$ )

Quanto esse bilhete "vale" matematicamente?

$$E = 100.000.000 \times P \approx \textbf{R\$ 1,99}$$

## Análise de Viabilidade

- **Valor Intrínseco:** Você paga R\$ 6,00 por algo que vale R\$ 1,99.
- **Perda Imediata:** R\$ 4,01 ficam com a banca (lucro/impostos) no ato da compra.

## Conclusão:

- Para o jogo ser "justo" ( $E = 6$ ), o prêmio deveria ser de **R\$ 300,3 Milhões**.
- Considerando I.R. (30%), o valor real do bilhete cai para R\$ 1,39.

*"A loteria é um imposto sobre quem não sabe matemática."*

Para projetar um agente, definimos o seu **Ambiente de Tarefa**:

**Performance** Critério de sucesso (Ex: Segurança, Rapidez).

**Environment** O mundo onde atua (Ex: Estradas, Pedestres).

**Actuators** Como ele interfere no mundo (Ex: Volante, Freio).

**Sensors** Como ele vê o mundo (Ex: Câmeras, GPS).

Agem baseados apenas na percepção atual, ignorando o histórico.

## 1. Reativo Simples

Regra Condição-Ação Direta.

- *"SE carro da frente frear, ENTÃO freie."*
- Eficiente, mas limitado.

## 2. Reativo Baseado em Modelo

Mantém um estado interno.

- *"O carro da frente sumiu, mas sei que ele estava lá há 1s (Oclusão)."*
- Lida com ambientes parcialmente observáveis.

Pensam sobre o futuro e as consequências das ações.

### 3. Baseado em Objetivos

*"Quero chegar em B."*

- Planejamento e Busca.
- Flexível (pode mudar o caminho se a rua estiver bloqueada).

### 4. Baseado em Utilidade

*"Quero chegar em B da melhor forma (rápido/seguro)."*

- Maximiza uma função de utilidade.
- Toma decisões sob incerteza.

### **3. Propriedades dos Ambientes**

---

## Dimensões do Ambiente

| Dimensão               | Opção A (Mais Simples) | Opção B (Mais Complexo) |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>Observabilidade</b> | Totalmente Observável  | Parcialmente Observável |
| <b>Determinismo</b>    | Determinístico         | Estocástico             |
| <b>Episodicidade</b>   | Episódico              | Sequencial              |
| <b>Dinamismo</b>       | Estático               | Dinâmico                |
| <b>Continuidade</b>    | Discreto               | Contínuo                |
| <b>Agentes</b>         | Único Agente           | Multiagente             |



## Exemplos de Ambientes

Comparativo de complexidade entre diferentes tarefas:

| Tarefa                    | Observável? | Determin? | Dinâmico? | Contínuo? |
|---------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Xadrez</b>             | Sim         | Sim       | Não       | Não       |
| <b>Poker</b>              | Não         | Não       | Sim       | Não       |
| <b>Diagnóstico Médico</b> | Não         | Não       | Não       | Sim       |
| <b>Táxi Autônomo</b>      | Não         | Não       | Sim       | Sim       |

*O mundo real é quase sempre Parcialmente Observável, Estocástico, Dinâmico e Contínuo.*

## Entendendo as Dimensões (Glossário)

- 👁 **Observável:** O agente consegue ver *todo* o estado do ambiente?  
(Ex: No Xadrez sim; no Poker você não vê as cartas do oponente).
- 🎲 **Determinístico:** O próximo estado é determinado *apenas* pela ação atual?  
(Sem elementos de sorte ou aleatoriedade).
- ⌚ **Dinâmico:** O ambiente muda enquanto o agente "pensa"?  
(Ex: No Xadrez o tabuleiro fica parado; no Táxi o trânsito flui).
- 🏠 **Contínuo:** Os dados são infinitos/fluidos (velocidade, posição) ou discretos (casas de um tabuleiro)?

### 💡 Sistemas Híbridos (Neuro-Simbólicos)

O futuro da IA reside na união dessas abordagens:

- **Aprendizado Rápido** das Redes Neurais (Percepção)
- **Raciocínio Robusto** da IA Simbólica (Lógica)

**Obrigado!**

Dúvidas?

## Referências Bibliográficas

- 📖 **Russell, S. & Norvig, P.** (2020).  
*Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4ª Ed. Pearson.
- 📖 **Goodfellow, I., Bengio, Y. & Courville, A.** (2016).  
*Deep Learning*. MIT Press.
- 📖 **Turing, A. M.** (1950).  
"Computing Machinery and Intelligence". *Mind*, 59(236), 433-460.