

# **Inteligência Artificial aplicada a Jogos Digitais**

**Paulo Bruno de Sousa Serafim**

# CRAb

Computação Gráfica, Realidade Virtual, Animação e  
Visualização Científica

## Deep Reinforcement Learning para Jogos

Deep Learning + Aprendizado por Reforço



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTAÇÃO



COMPUTER GRAPHICS VIRTUAL REALITY AND ANIMATION

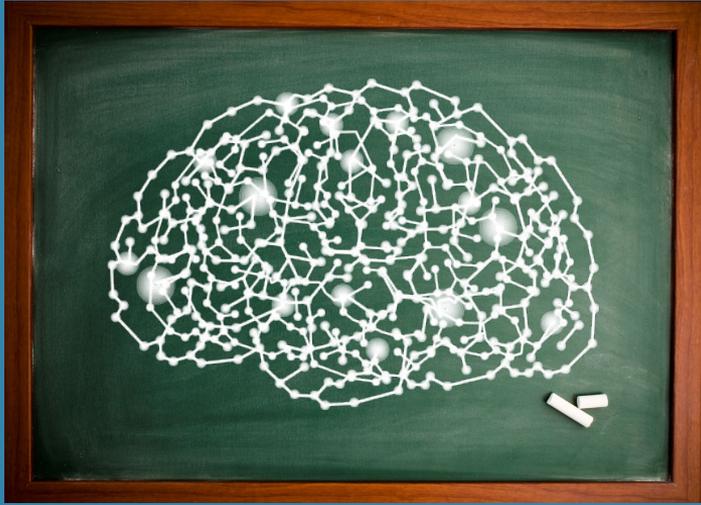
# MINHA PESQUISA

[youtu.be/JTNZCX01r2Y](https://youtu.be/JTNZCX01r2Y)



70 100% 2 3 4 5 6 7 0% 78 0 0 0 200 50 50 300

AMMO HEALTH ARMS ARMOR



Vs



# Academia

**Novidades**

**Melhor  
solução**

**Problemas  
complexos**

# Indústria

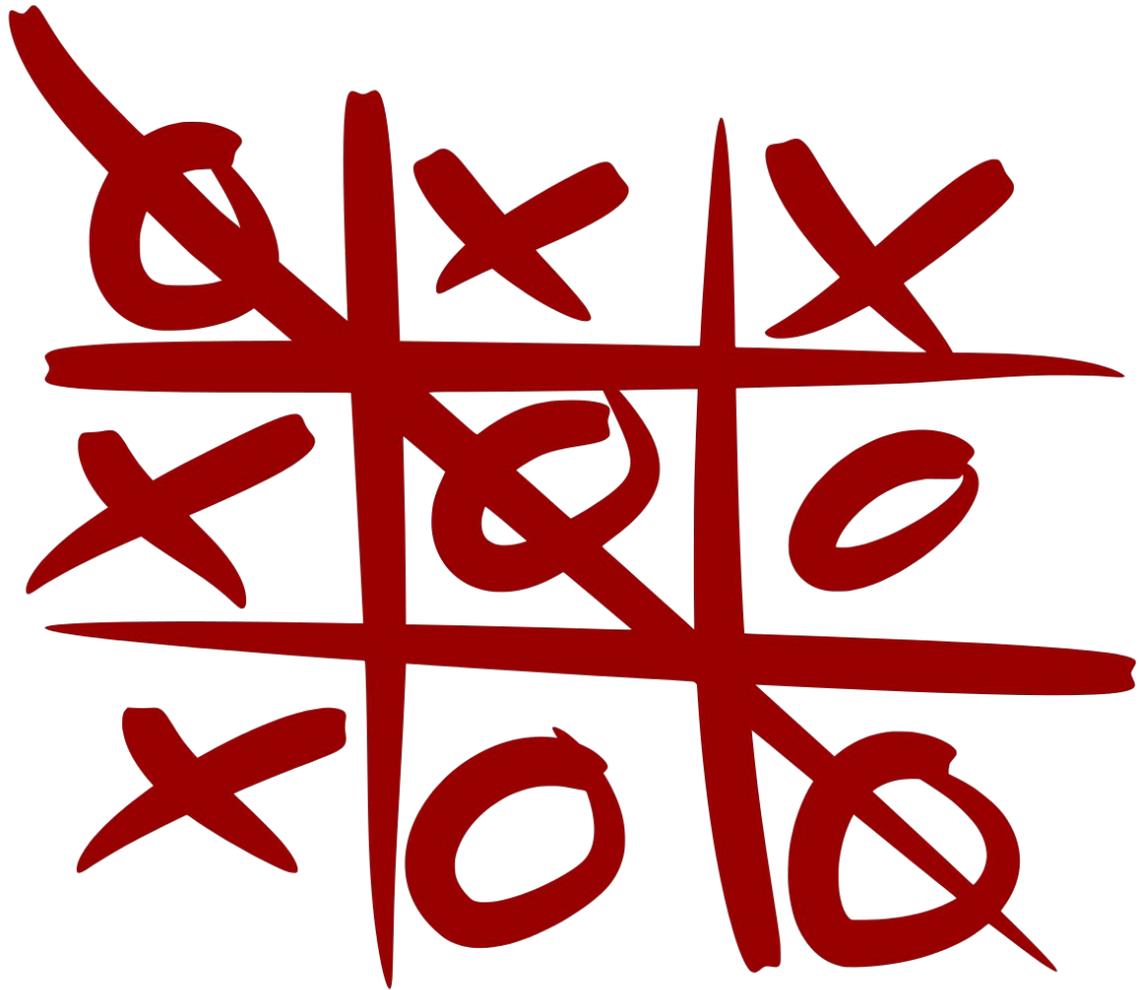
**Restrições**

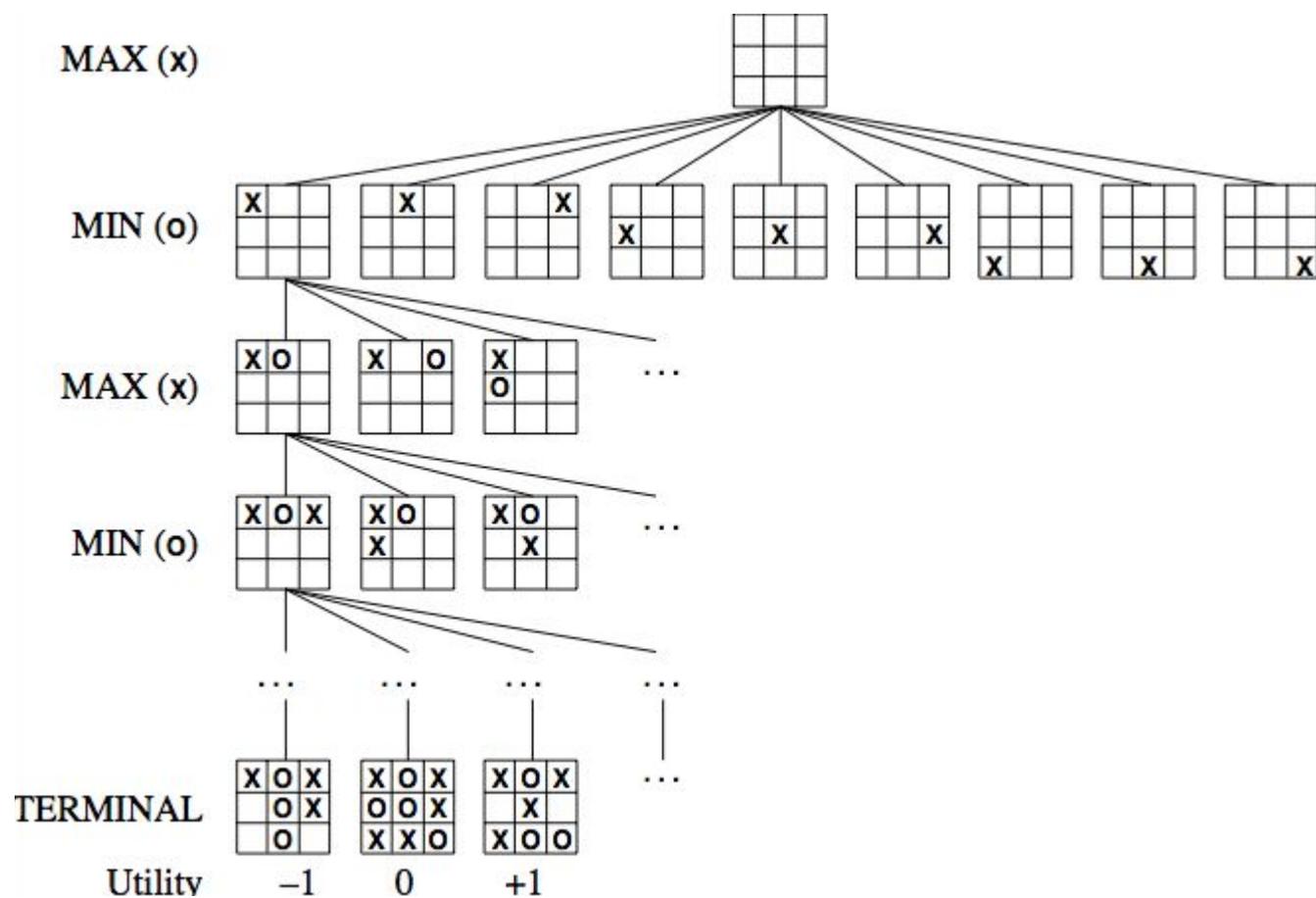
**Diversão**

**Praticidade**

A photograph of two men with curly hair and beards, dressed in dark suits, leaning over a wooden chessboard. They are in a focused, contemplative state, looking at the pieces on the board. The lighting is dramatic, highlighting their profiles and the texture of the wood and fabric. The background is a plain, light-colored wall.

*Jogos de tabuleiro*









**Chinook (Jonathan Schaeffer) vs Marion Tinsley (1994)**





**GM Kasparov 2.5 vs 3.5 Deep Blue (1997)**



**Komodo Chess Engine 2.5 x 1.5 GM Nakamura (2016)**





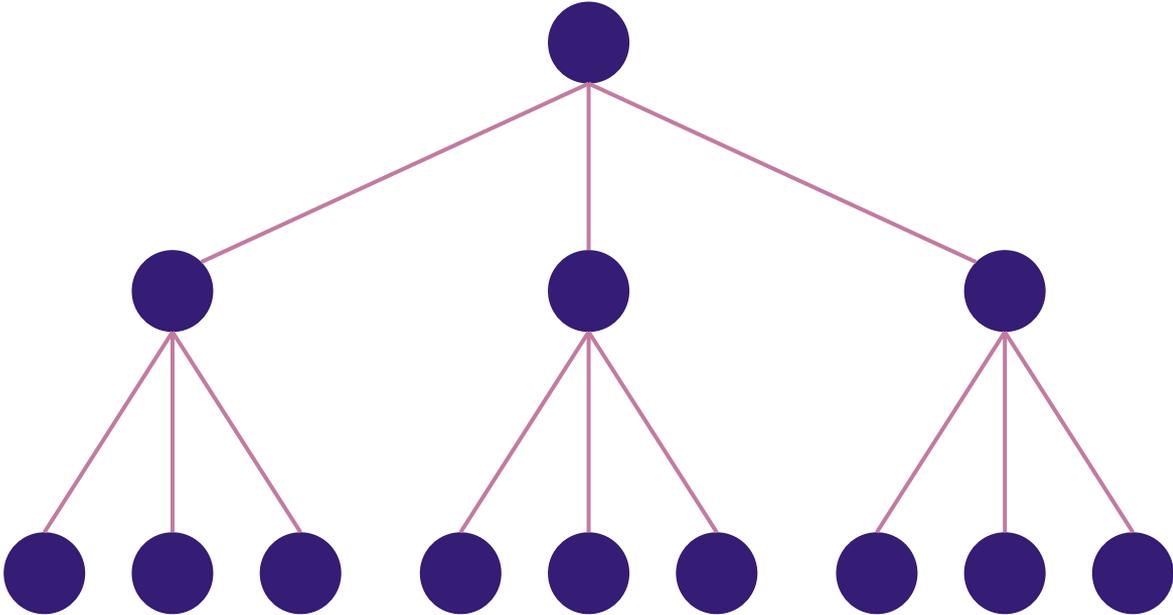
ALPHAGO  
01:58:30

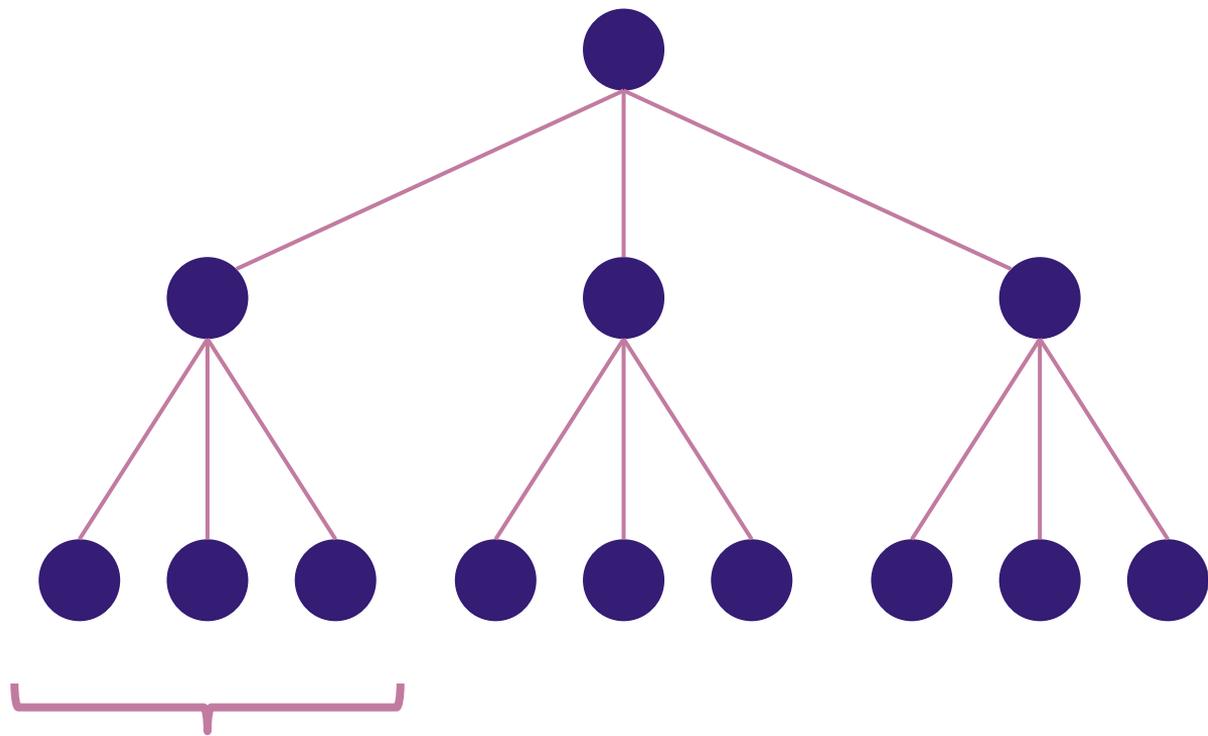
LEE SEDOL  
01:59:11

Mind  
Match

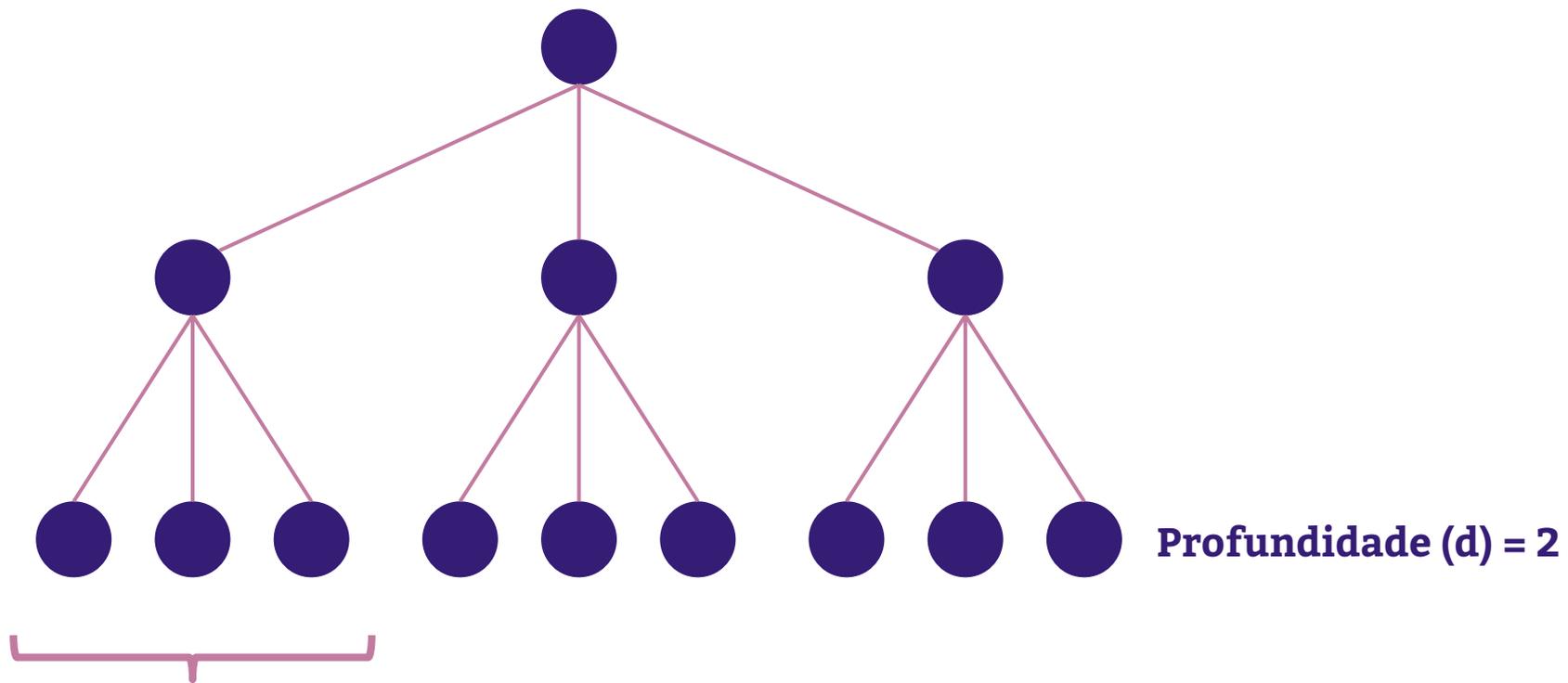
 AlphaGo    Lee Sedol  
    

AlphaGo 4 vs 1 Lee Sedol

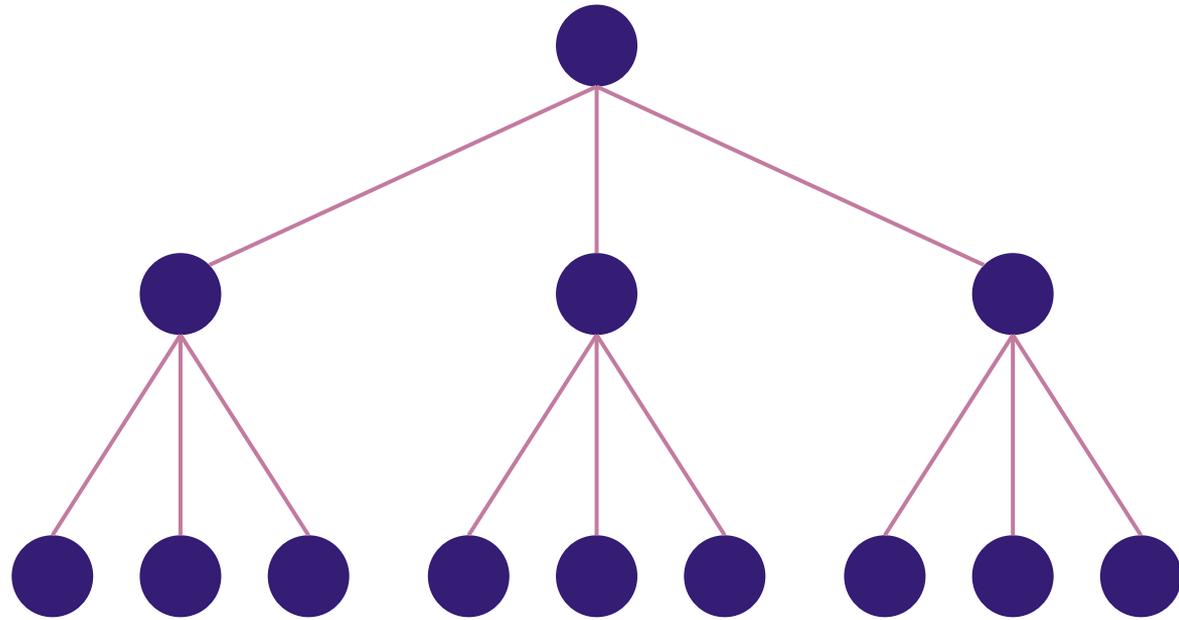




**Fator de ramificação (b) = 3**



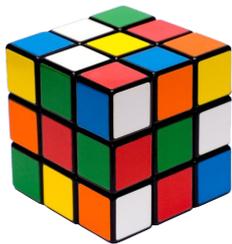
**Fator de ramificação (b) = 3**



Profundidade (d) = 2

Fator de ramificação (b) = 3

Complexidade em  
relação ao tempo =  $O(b^d)$



**$b = \sim 13.34$**

**$d = \sim 18$**

**Espaço de busca =  $\sim 10^{19}$**



**$b = \sim 35$**

**$d = \sim 100$**

**Espaço de busca =  $\sim 10^{120}$**



**$b = \sim 300$**

**$d = \sim 150$**

**Espaço de busca =  $\sim 10^{360}$**



**$b = \sim 10^{100}$**

**$d = ?$**

**Espaço de busca = ???**



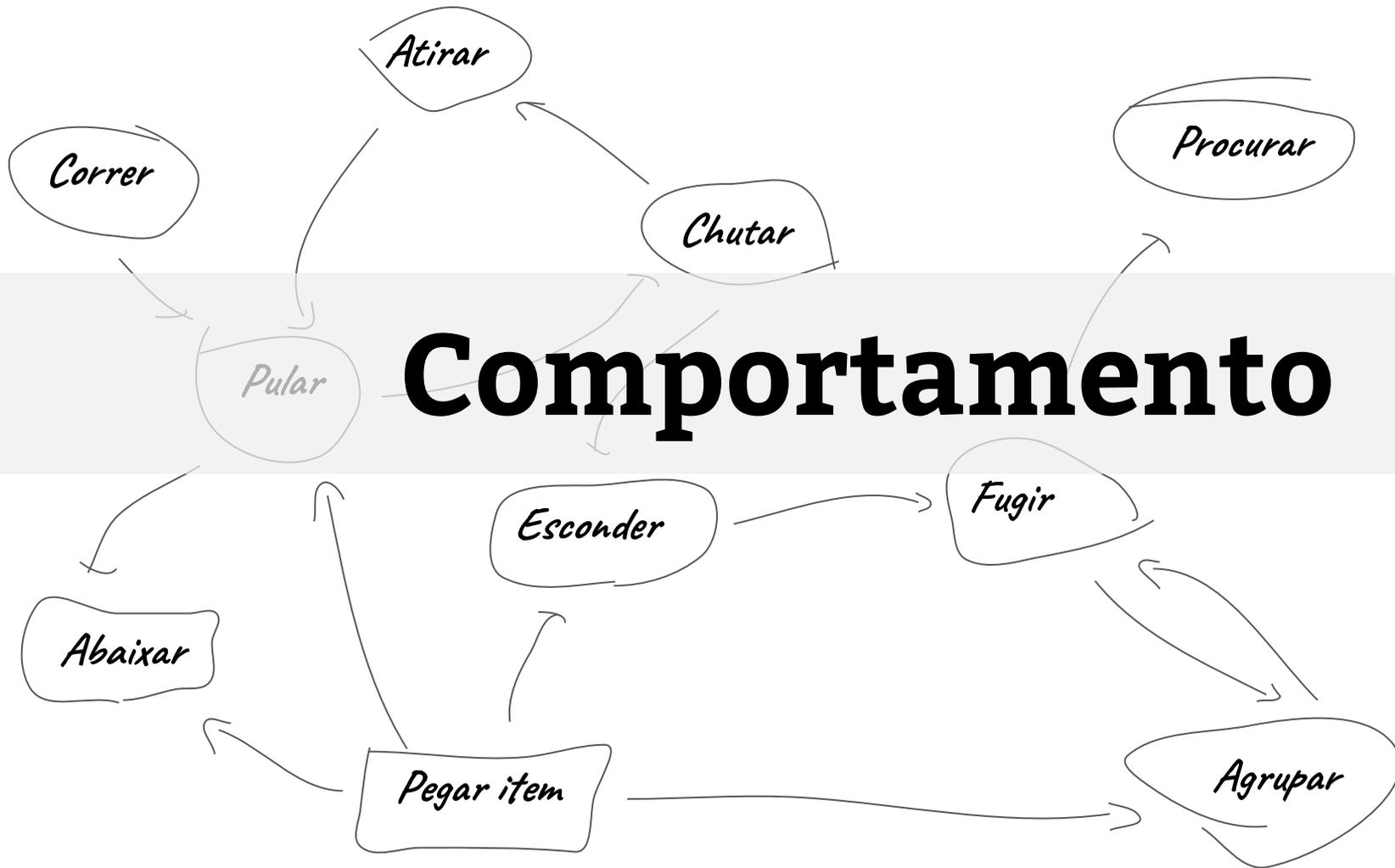
O que é  
**INTELIGÊNCIA  
ARTIFICIAL**

para  
**JOGOS?**

(comerciais)



# Comportamento



C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



D  
i  
f  
i  
c  
u  
l  
d  
a  
d  
e

C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil



C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil

C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil



Difícil



C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil



Difícil











Headshot = 1/3



C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil



Difícil



C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil

Ideal

Difícil



C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



Fácil

Ideal

Difícil

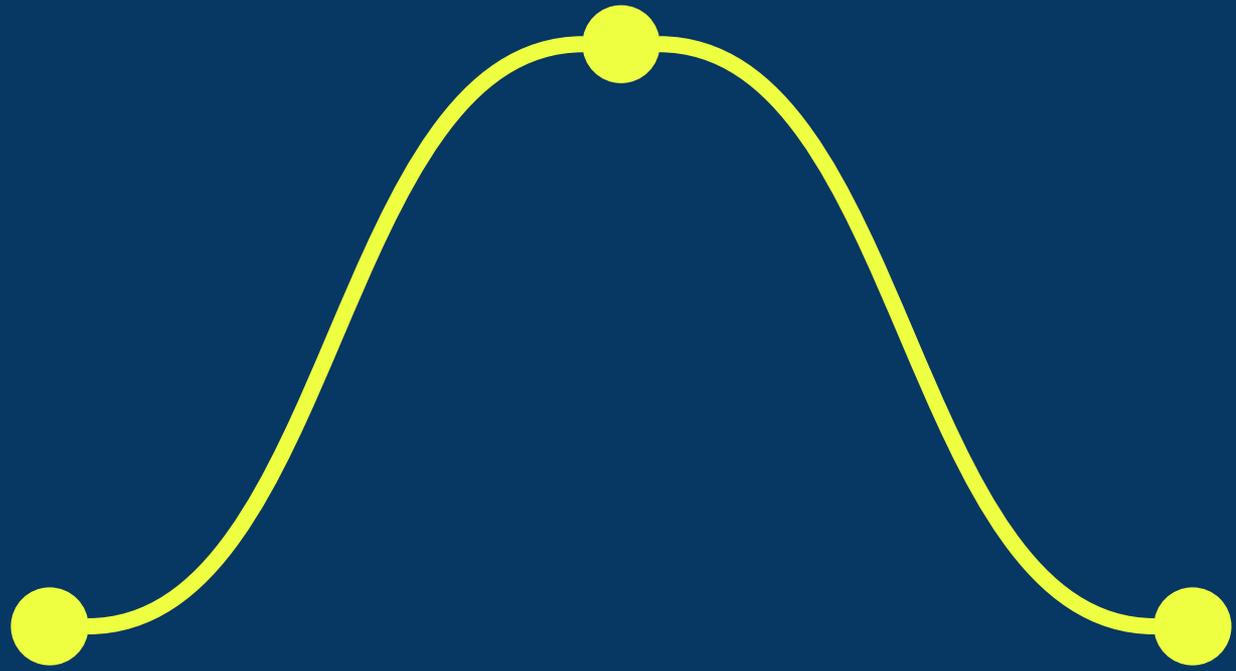
C  
o  
m  
p  
l  
e  
x  
i  
d  
a  
d  
e



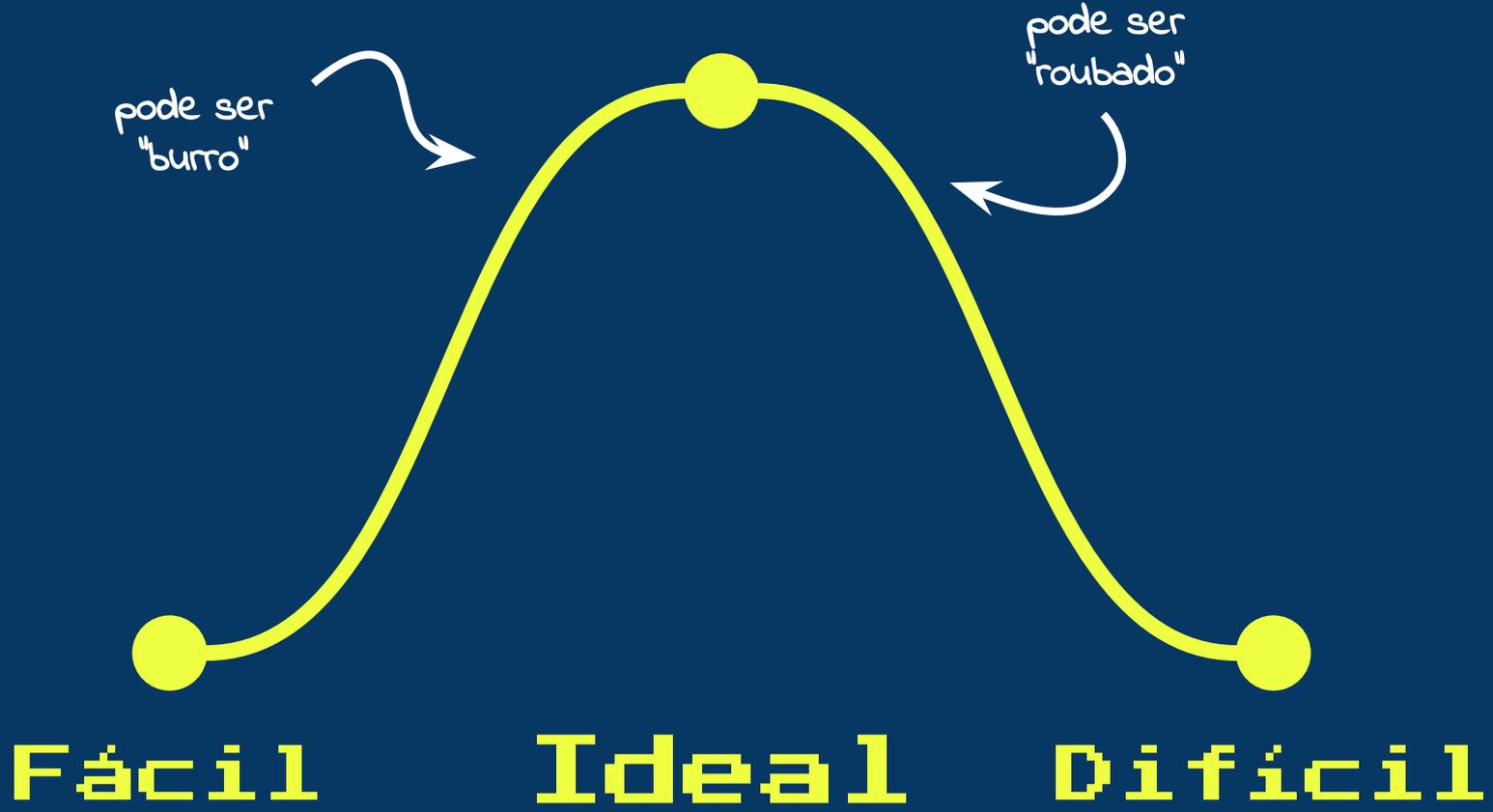
Fácil

Ideal

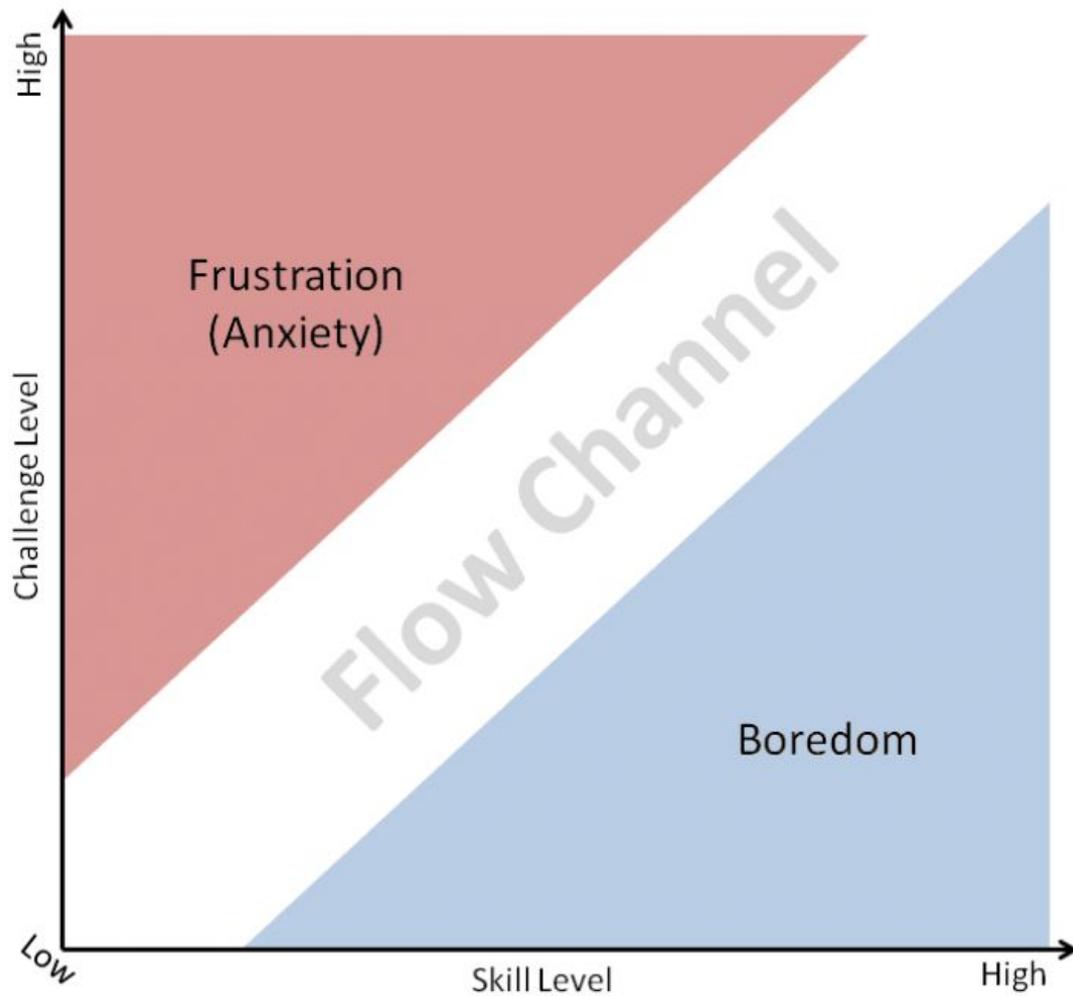
Difícil



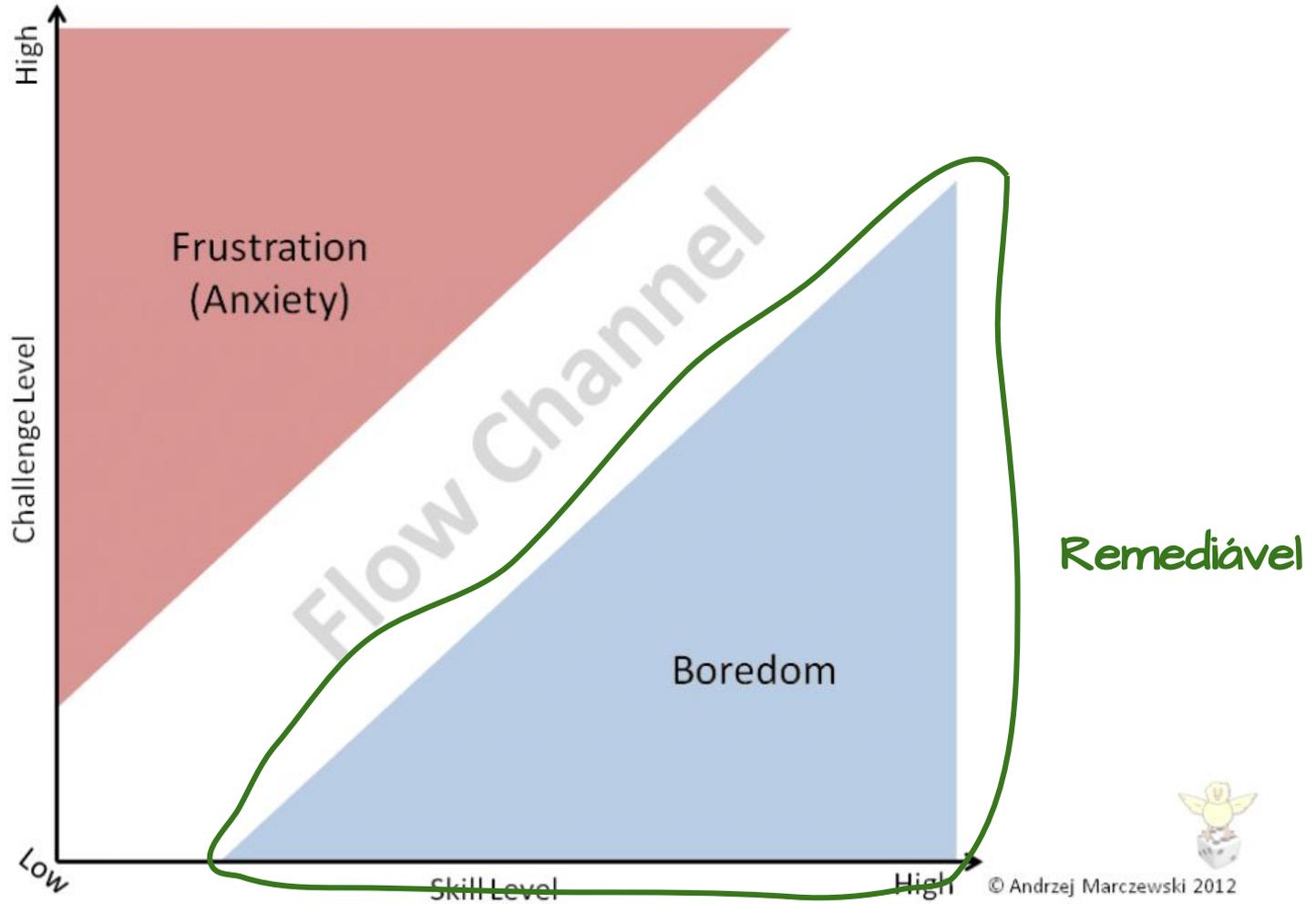
Complexidade



# Flow Simplified

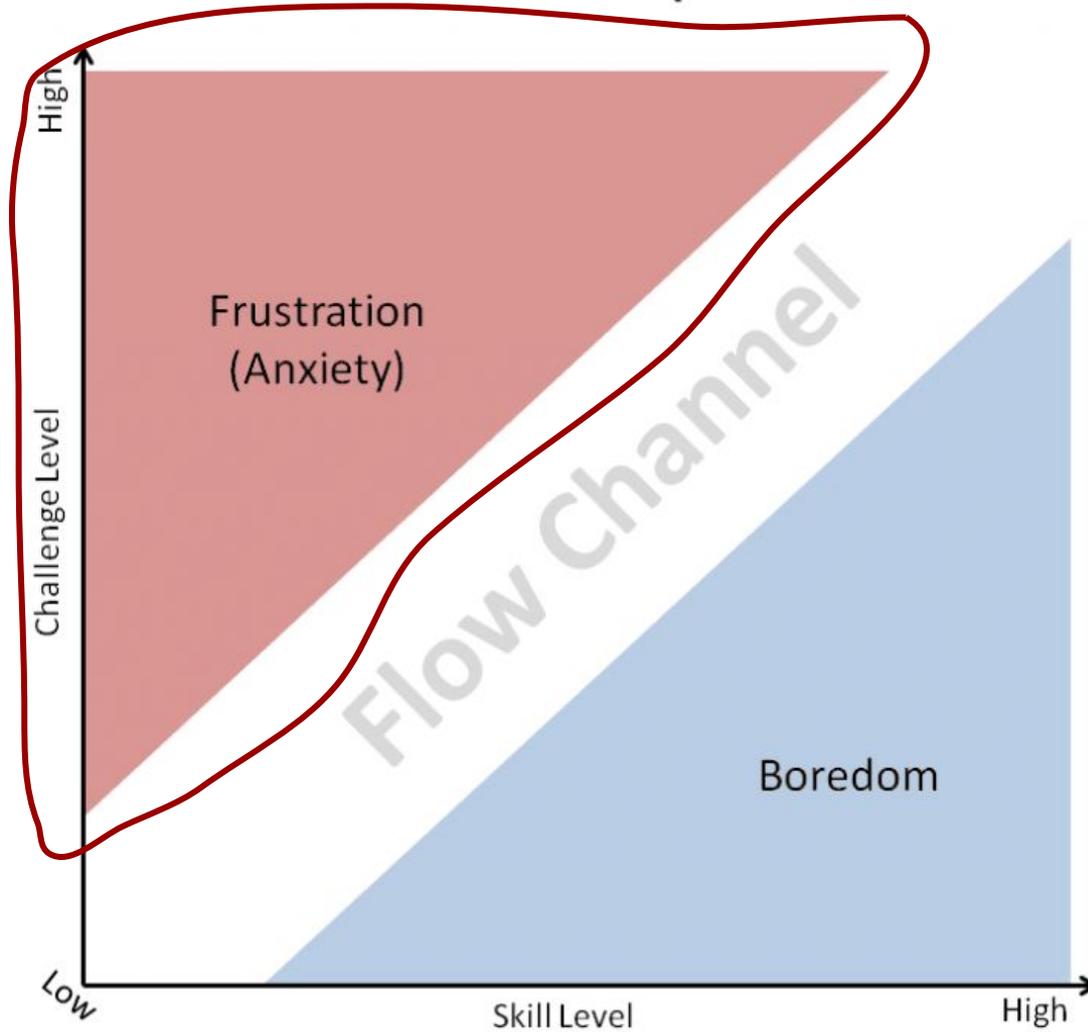


# Flow Simplified



# Flow Simplified

Morte  
do jogo



“Boa o suficiente para ser desafiadora,  
Ruim o suficiente para ser divertida”.

**60**

**Frames  
Per  
Second**

**60**

**Frames  
Per  
Second**

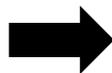
$$\mathbf{60} \text{ Frames Per Second} = \frac{\mathbf{60} \text{ frames}}{\mathbf{1} \text{ segundo}}$$

$$\frac{1 \text{ segundo}}{60 \text{ frames}} \times \frac{1000 \text{ milissegundos}}{1 \text{ segundo}}$$

$$\frac{\cancel{1} \text{ segundo}}{60 \text{ frames}} \times \frac{1000 \text{ milisegundos}}{\cancel{1} \text{ segundo}}$$

**1**

**frame**



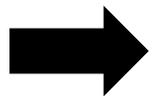
**1000** milissegundos



**60** frames

**1**

**frame**



**16.7**

**milissegundos**

Input

IA

Física

Renderização

Input

Input

IA

Física Física

Input

IA

Renderização

Física

Renderização

Input IA

Input

Física

IA

Física

Renderização

Input

Renderização

IA

Física

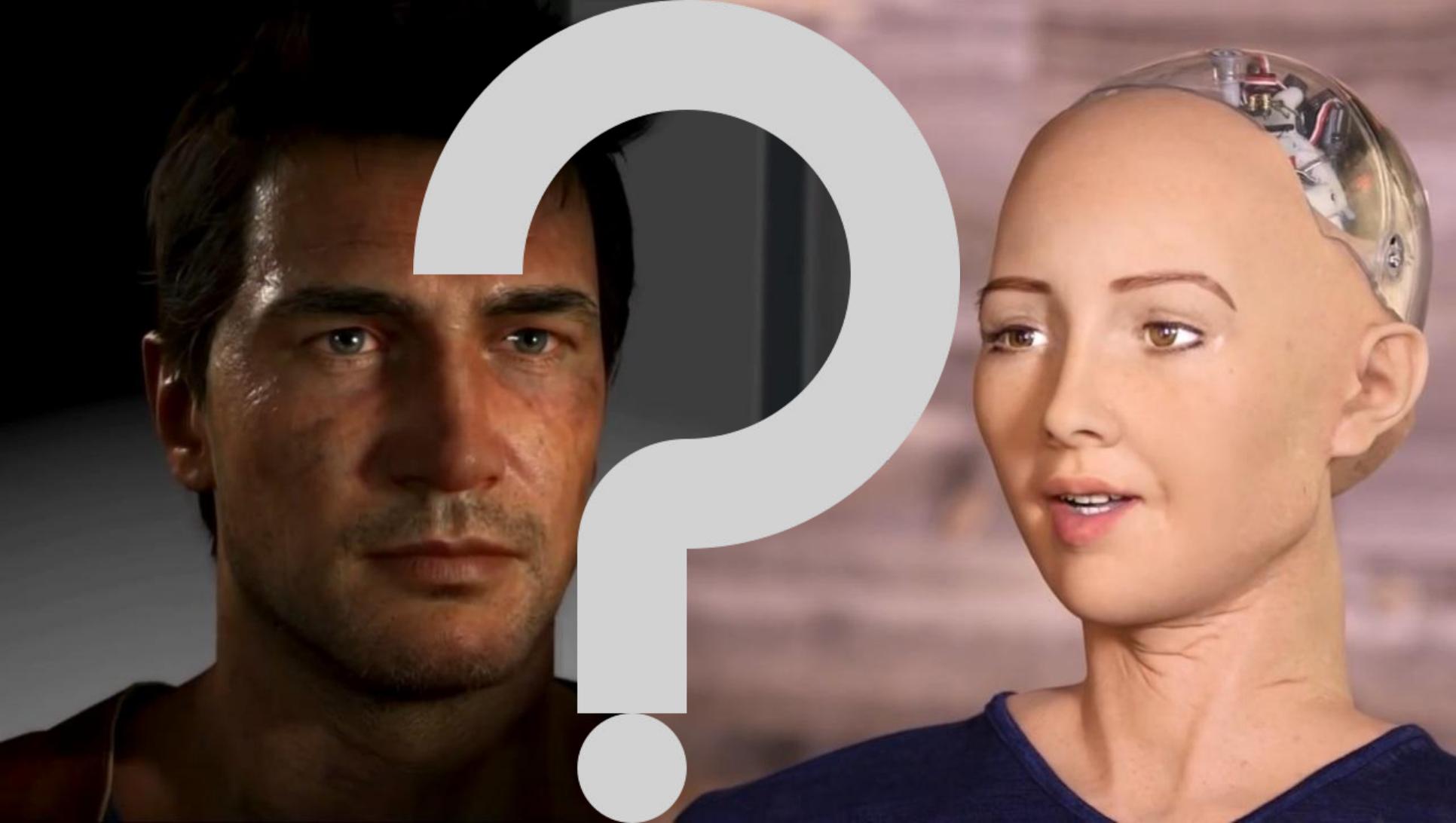


A dense word cloud of Portuguese terms related to physics and AI. The most prominent words include:

- IA (Artificial Intelligence)
- Renderização (Rendering)
- Física (Physics)
- Input
- Abstração (Abstraction)
- Indiv (Individual)
- Processamento (Processing)
- Visualização (Visualization)
- Modelagem (Modeling)
- Simulação (Simulation)
- Algoritmo (Algorithm)
- Computação (Computation)
- Interação (Interaction)
- Renderiz (Rendering)
- IA (Artificial Intelligence)
- Renderização (Rendering)
- Física (Physics)
- Input
- Abstração (Abstraction)
- Indiv (Individual)
- Processamento (Processing)
- Visualização (Visualization)
- Modelagem (Modeling)
- Simulação (Simulation)
- Algoritmo (Algorithm)
- Computação (Computation)
- Interação (Interaction)

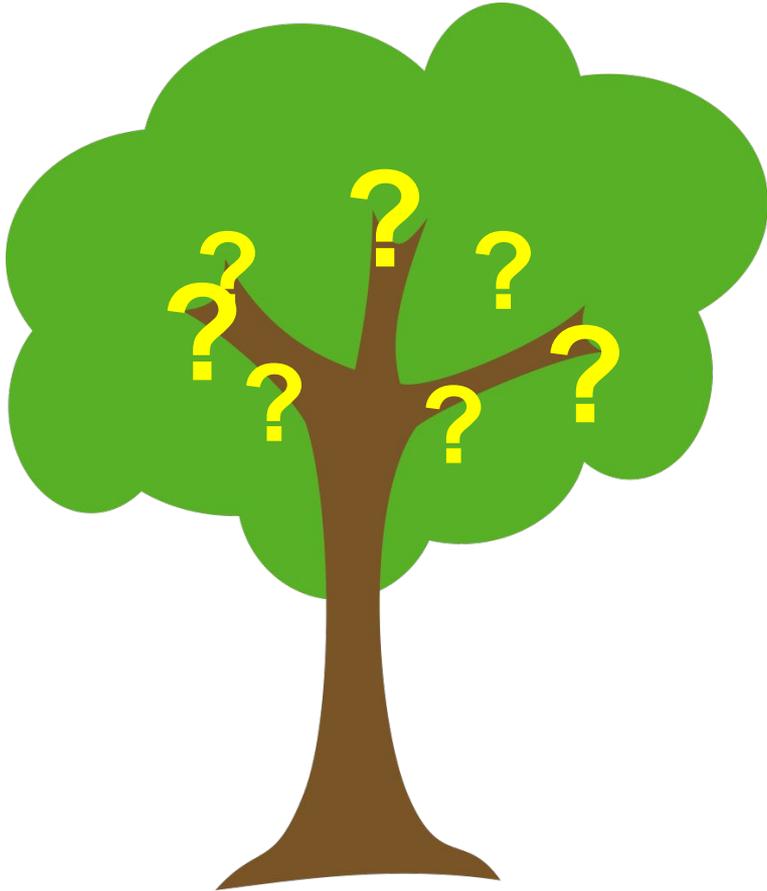
**16.7**

**milissegundos**

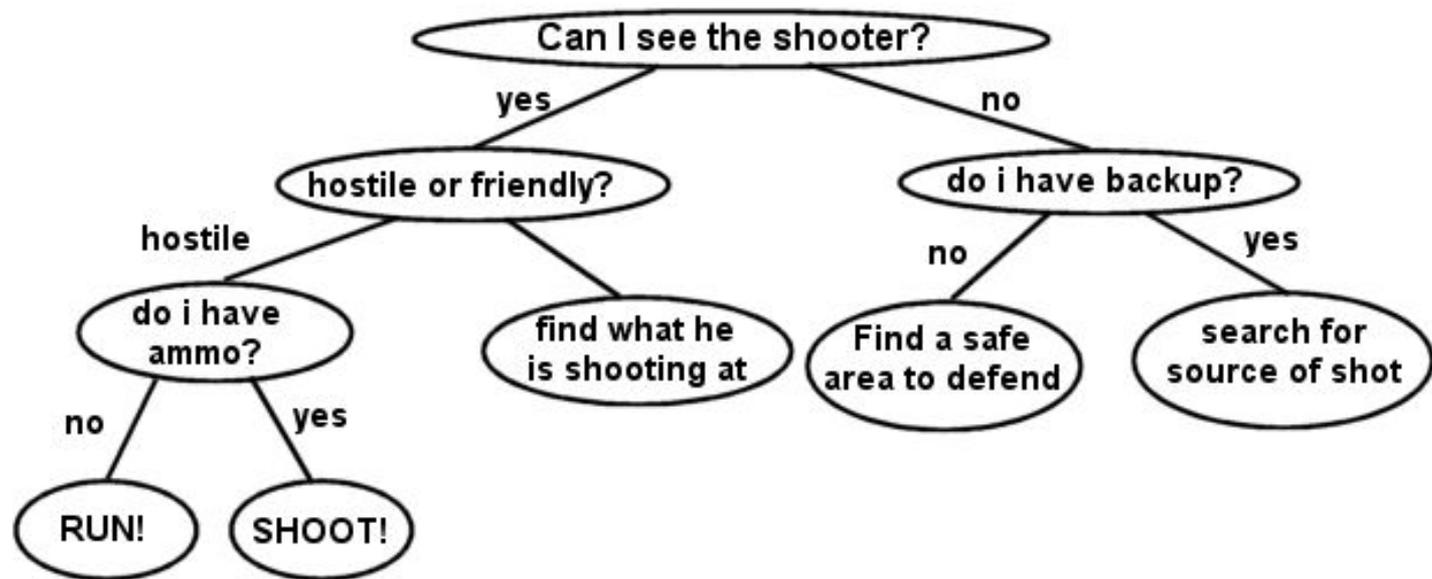




# Exemplos de Técnicas utilizadas



**Árvores de decisão**



# ALERT

---

# 危険

---

Máquina de  
Estados  
Finitos

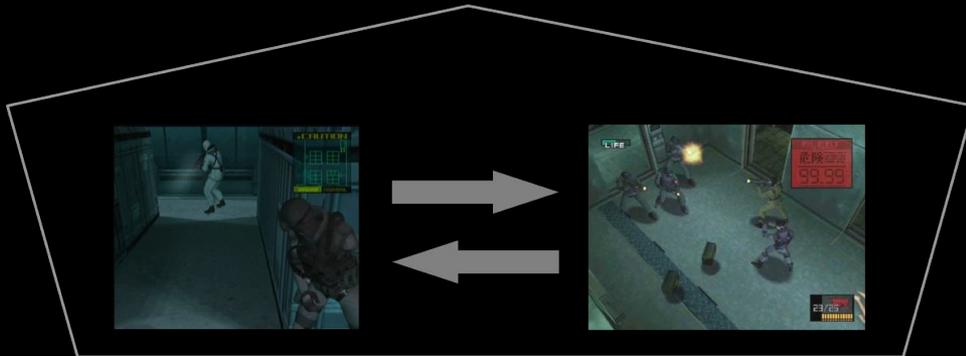
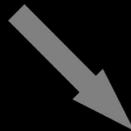
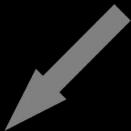
99.99

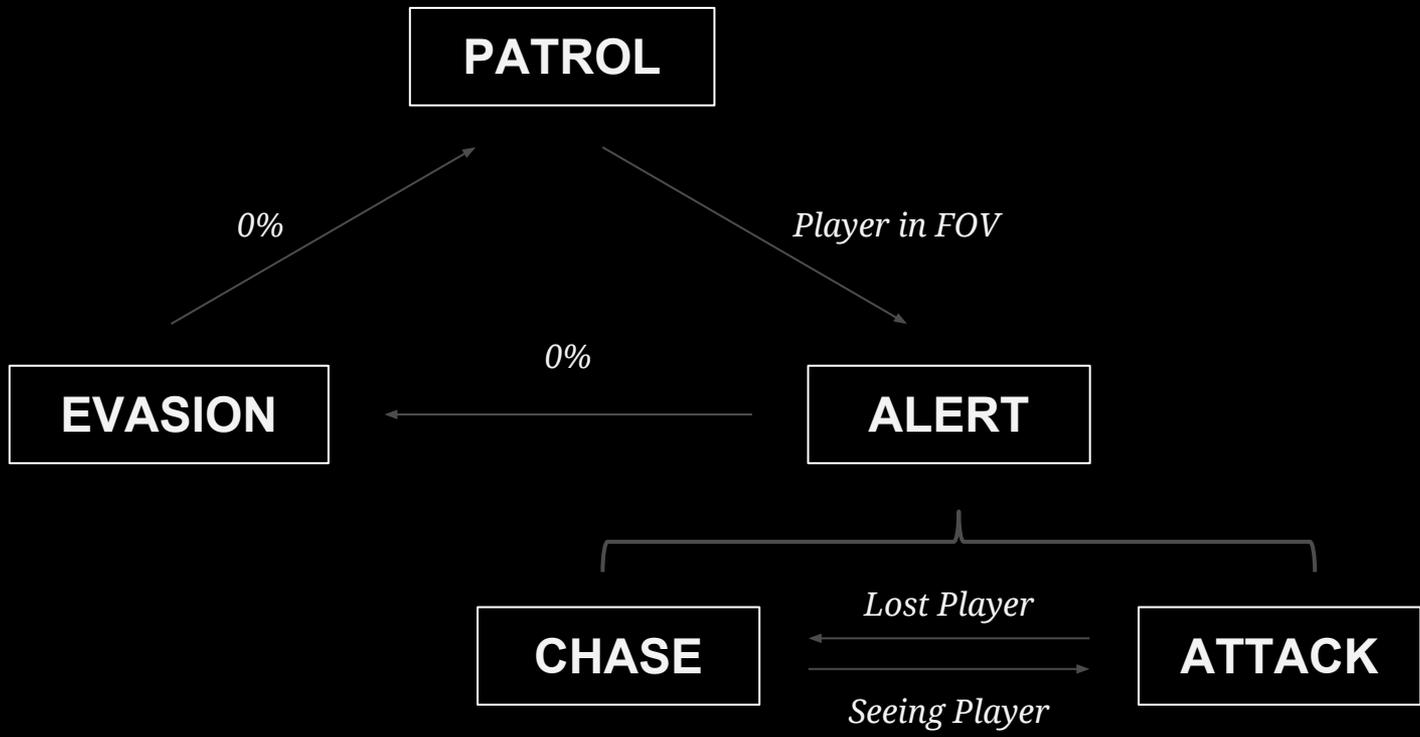
---

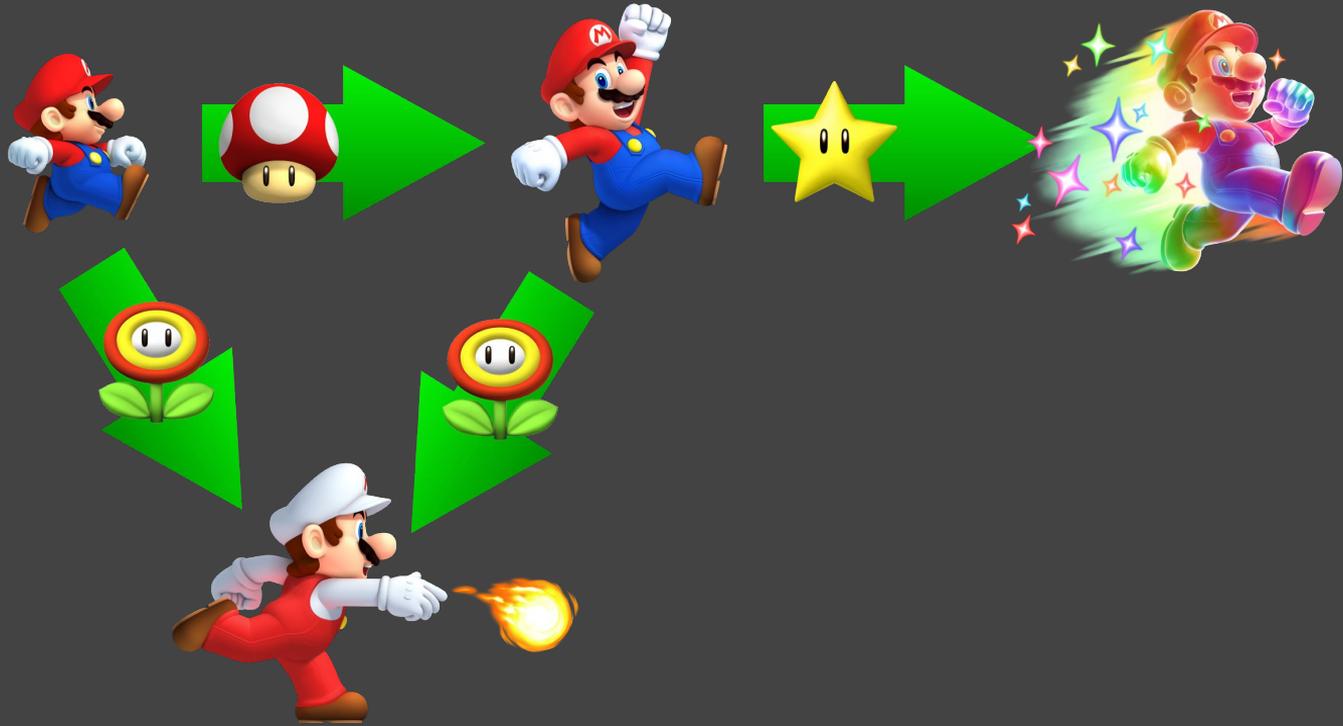


TACTICAL ESPIONAGE ACTION

**METAL GEAR**<sup>TM</sup>  
SOLID







No mundo  
**real**

## Combinação de diversas técnicas:

Árvores de decisão (Decision Trees)

Máquinas de Estado Finito (FSM)

Funções de Utilidade

Árvores de Comportamento (Behavior Trees)

Lógica Fuzzy

Sistemas de Markov

...

Combinação de diversas

técnicas:

Árvores de Decisão (Decision Trees)

Maquinário de Estado (FEM)

Funções de Utilidade

Árvores de Comportamento (Behavior Trees)

Processos Estocásticos

Sistemas de Markov

No mundo  
real

***E ISSO É SÓ PARA  
TOMADA DE DECISÃO!***

...

**No mundo  
real**

**Movimentação**

**Pathfinding**

**Tática e Estratégia**

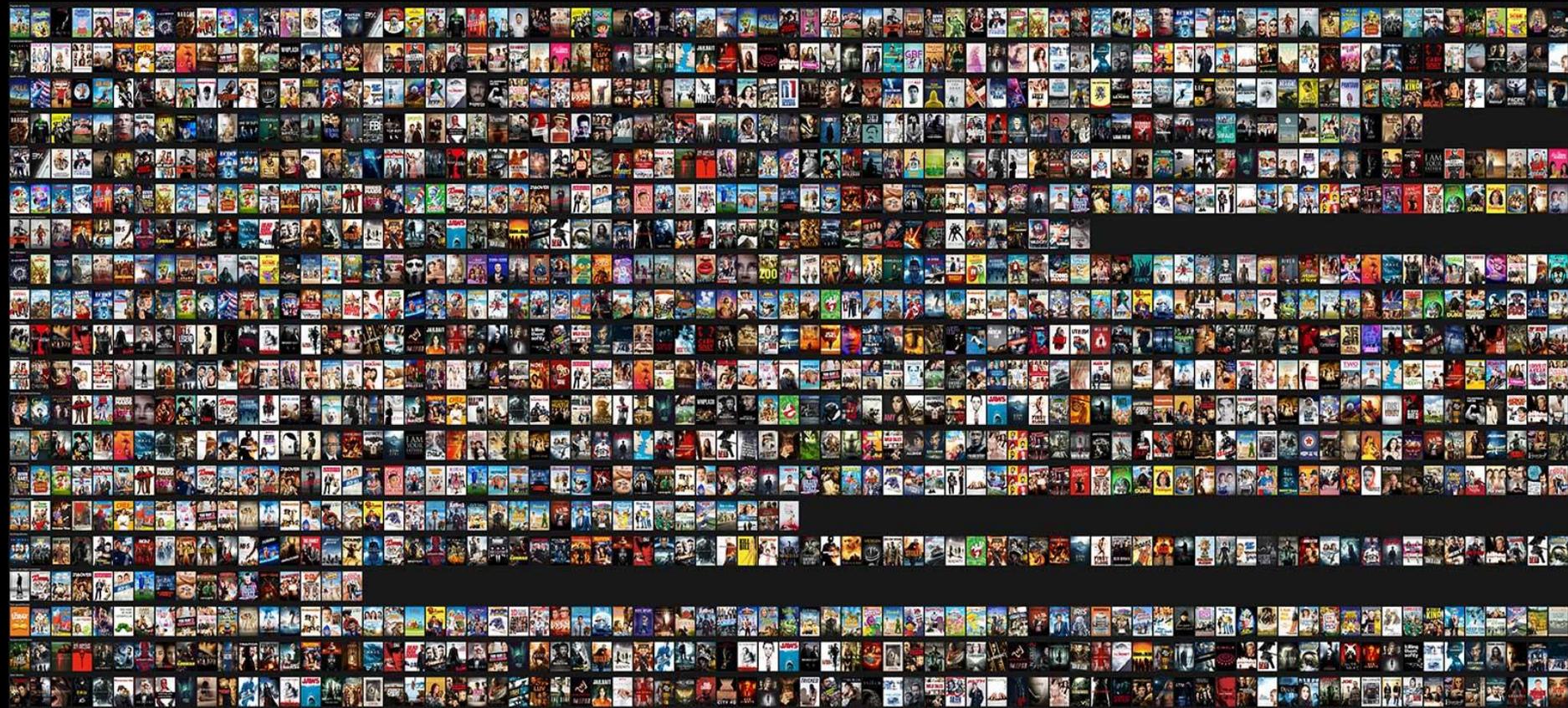
**Aprendizado**

**Arquiteturas de IA**

**...**

**Como fazer**  
a **IA** do  
**meu jogo**





**Qual filme devo assistir hoje?**

**Quem são os personagens?**

**Quantos recursos estão disponíveis?**

**Quais os principais objetivos?**

**Quais são os comportamentos esperados?**

**Quais são as restrições?**

*Para as suas próprias perguntas,  
encontre as respostas...*



**Nãõ**

**complique.**



# Muito obrigado!

paulobruno@alu.ufc.br