

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



COMPUTER GRAPHICS VIRTUAL REALITY AND ANIMATION

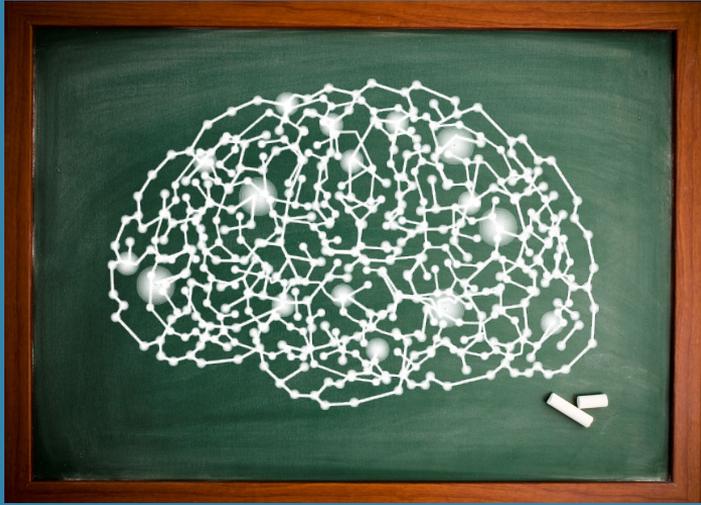
MINHA PESQUISA

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

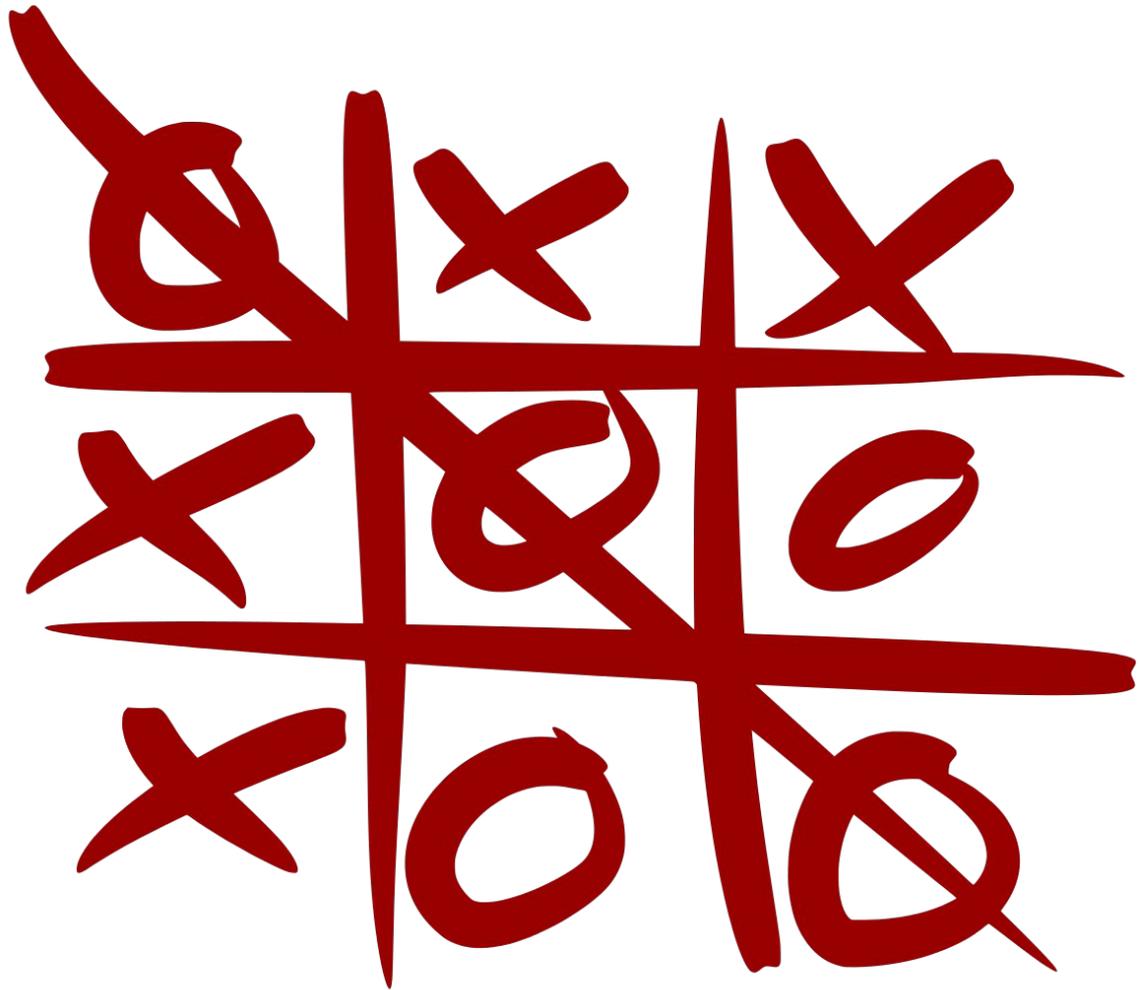
Restrições

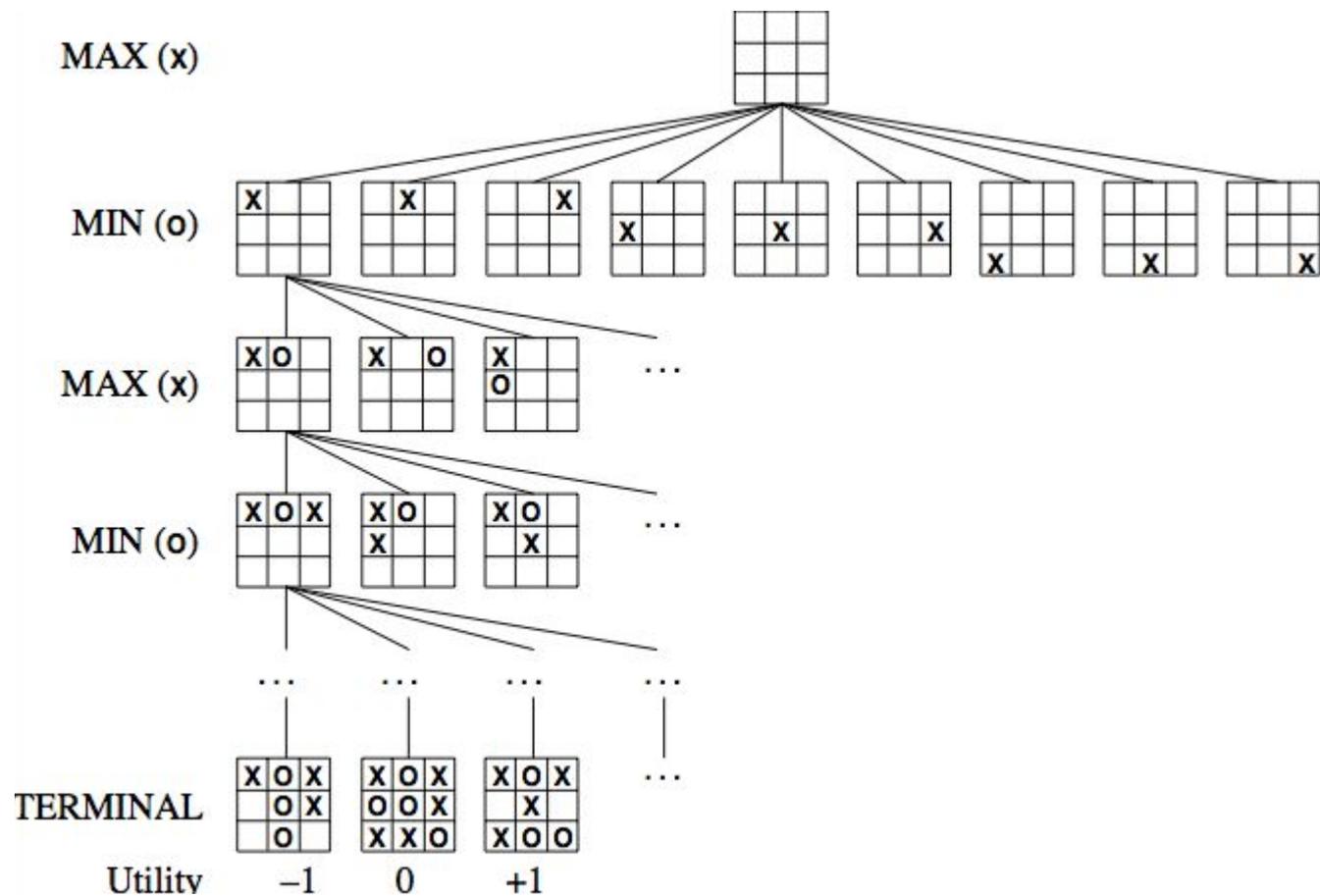
Diversão

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. The chessboard is on a dark surface, and several pieces are scattered around it. The background is a plain, light-colored wall.

Jogos de tabuleiro









Chinook (Jonathan Schaeffer) vs Marion Tinsley (1994)



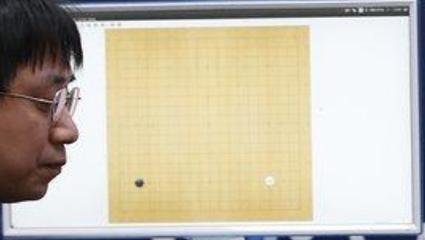


GM Kasparov 2.5 vs 3.5 Deep Blue (1997)



Komodo Chess Engine 2.5 x 1.5 GM Nakamura (2016)

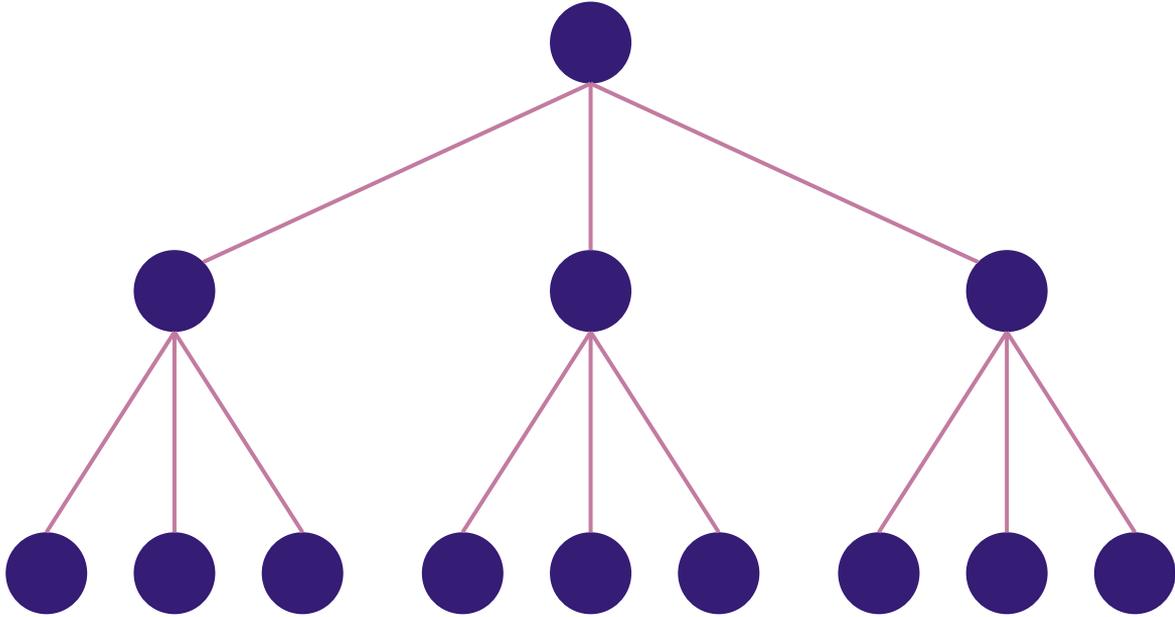


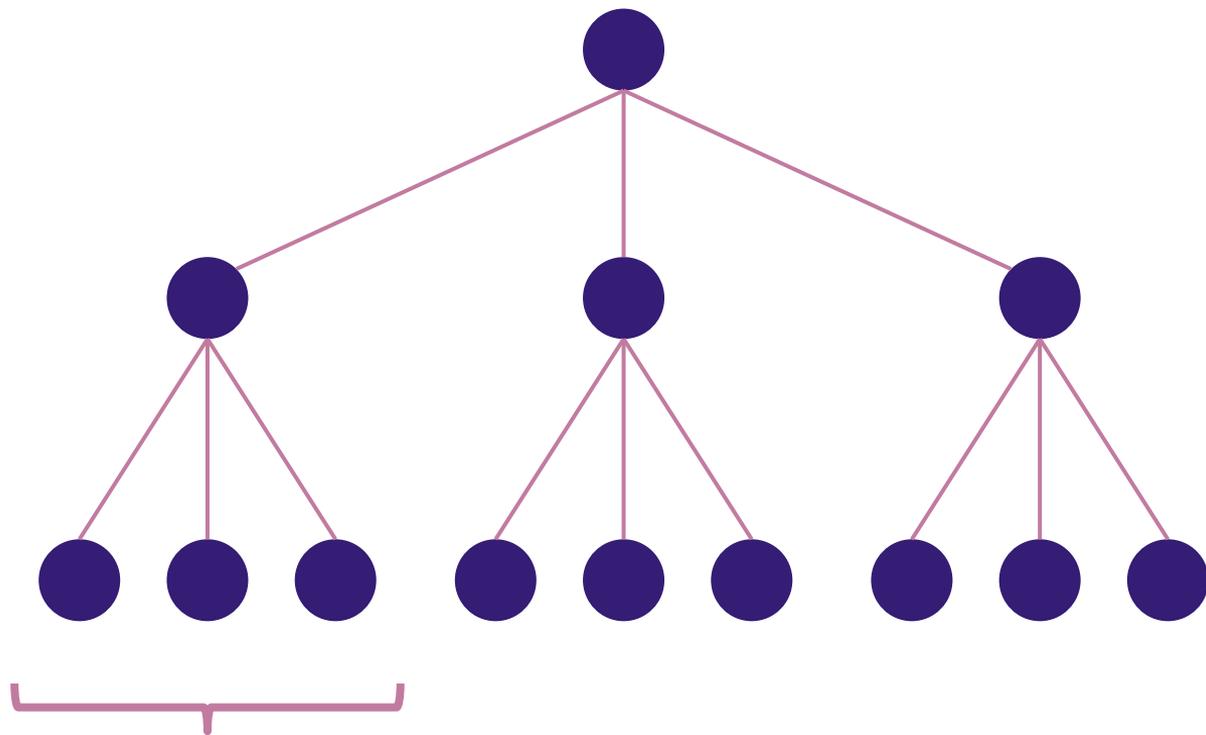


Mind
Match

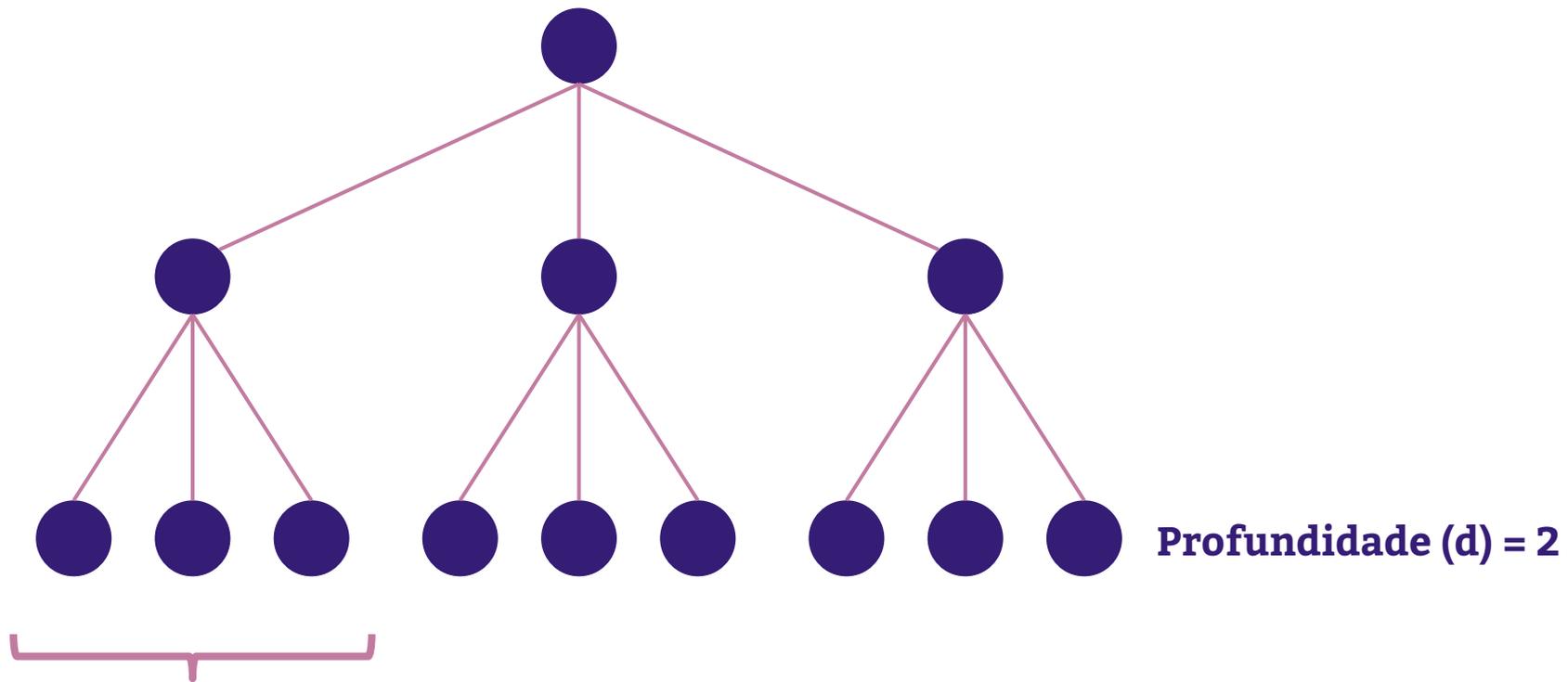
 AlphaGo Lee Sedol
 

AlphaGo 4 vs 1 Lee Sedol

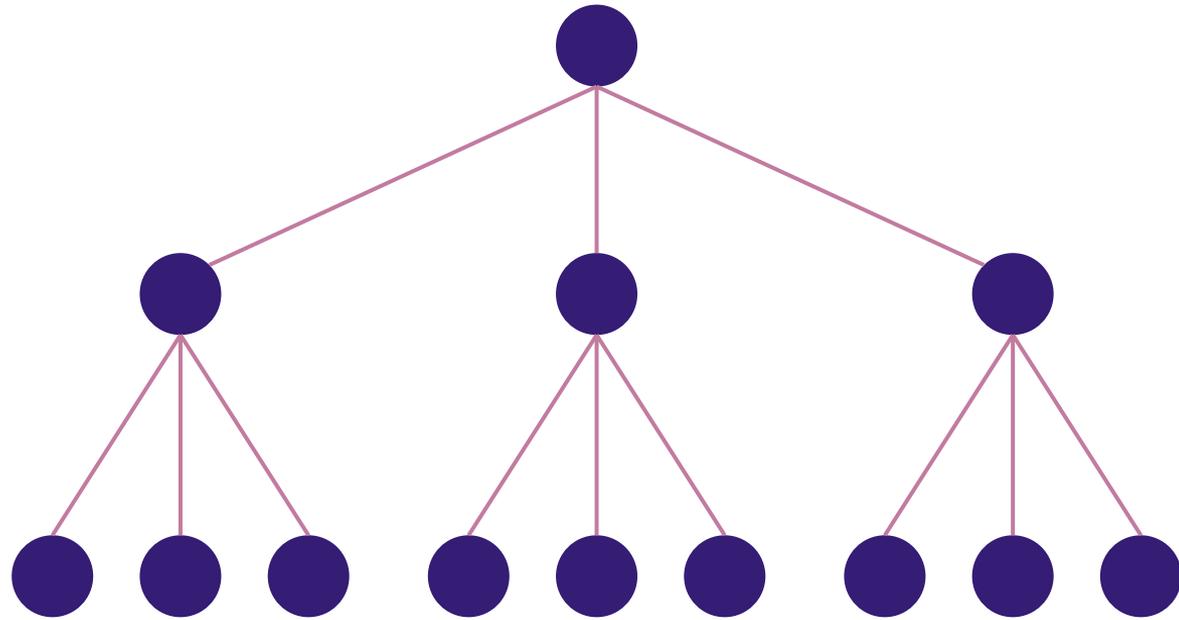




Fator de ramificação (b) = 3



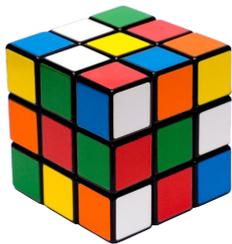
Fator de ramificação (b) = 3



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 = ???



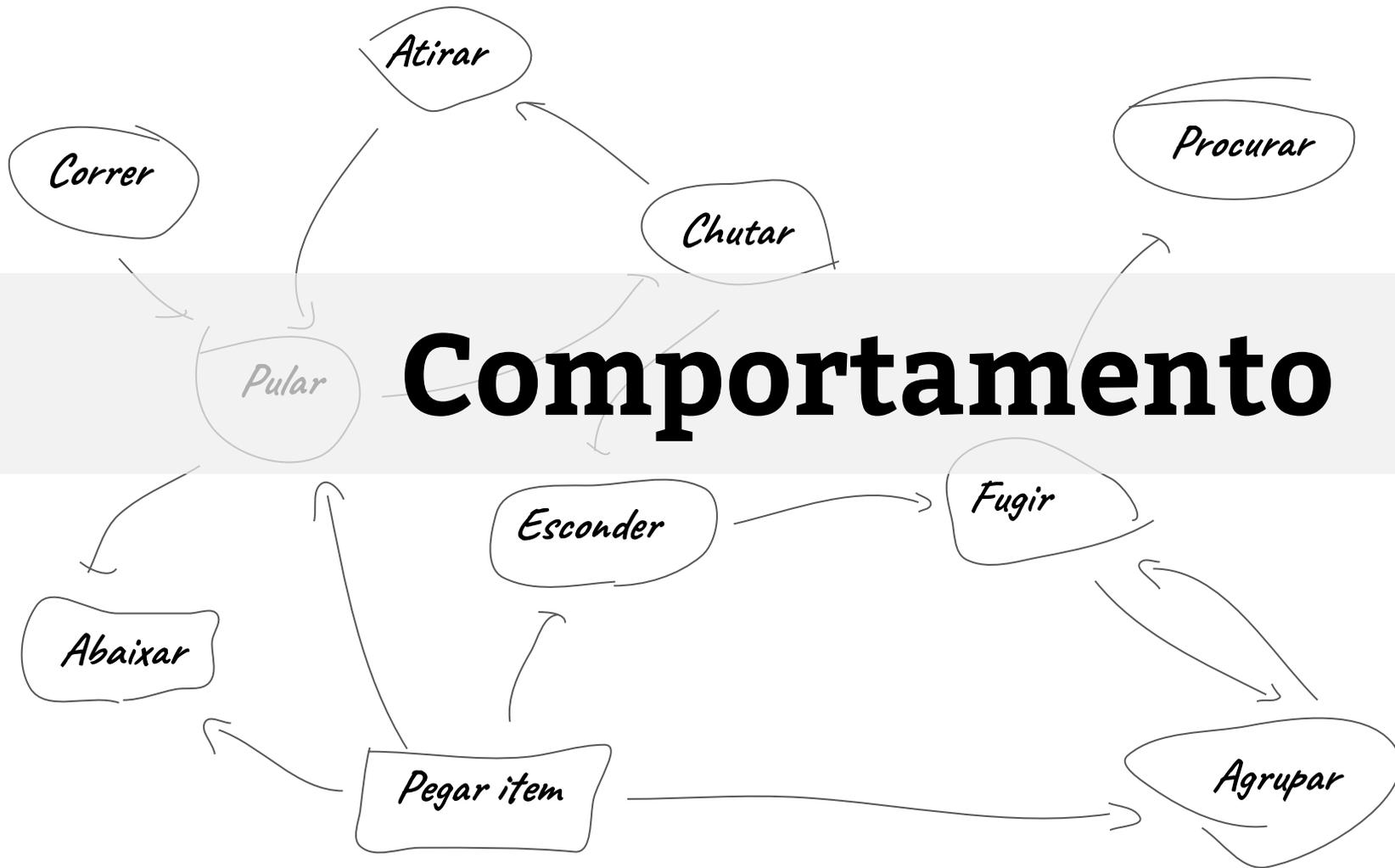
O que é
**INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL**

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

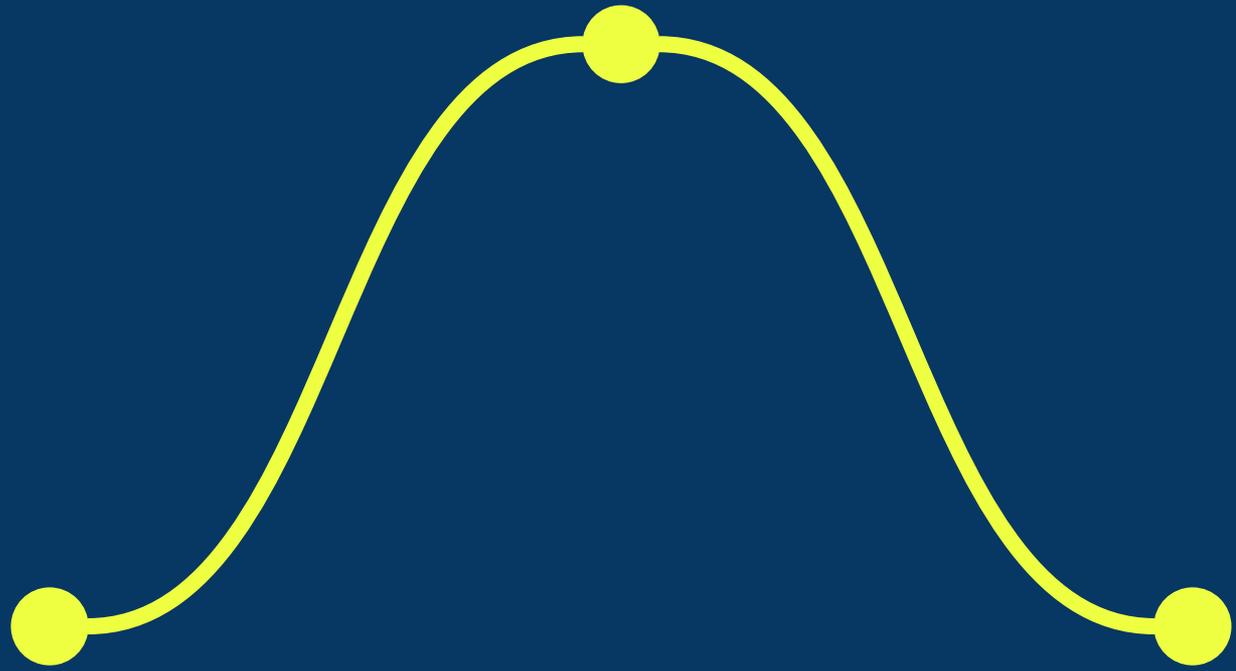
C
o
m
p
l
e
x
i
d
a
d
e



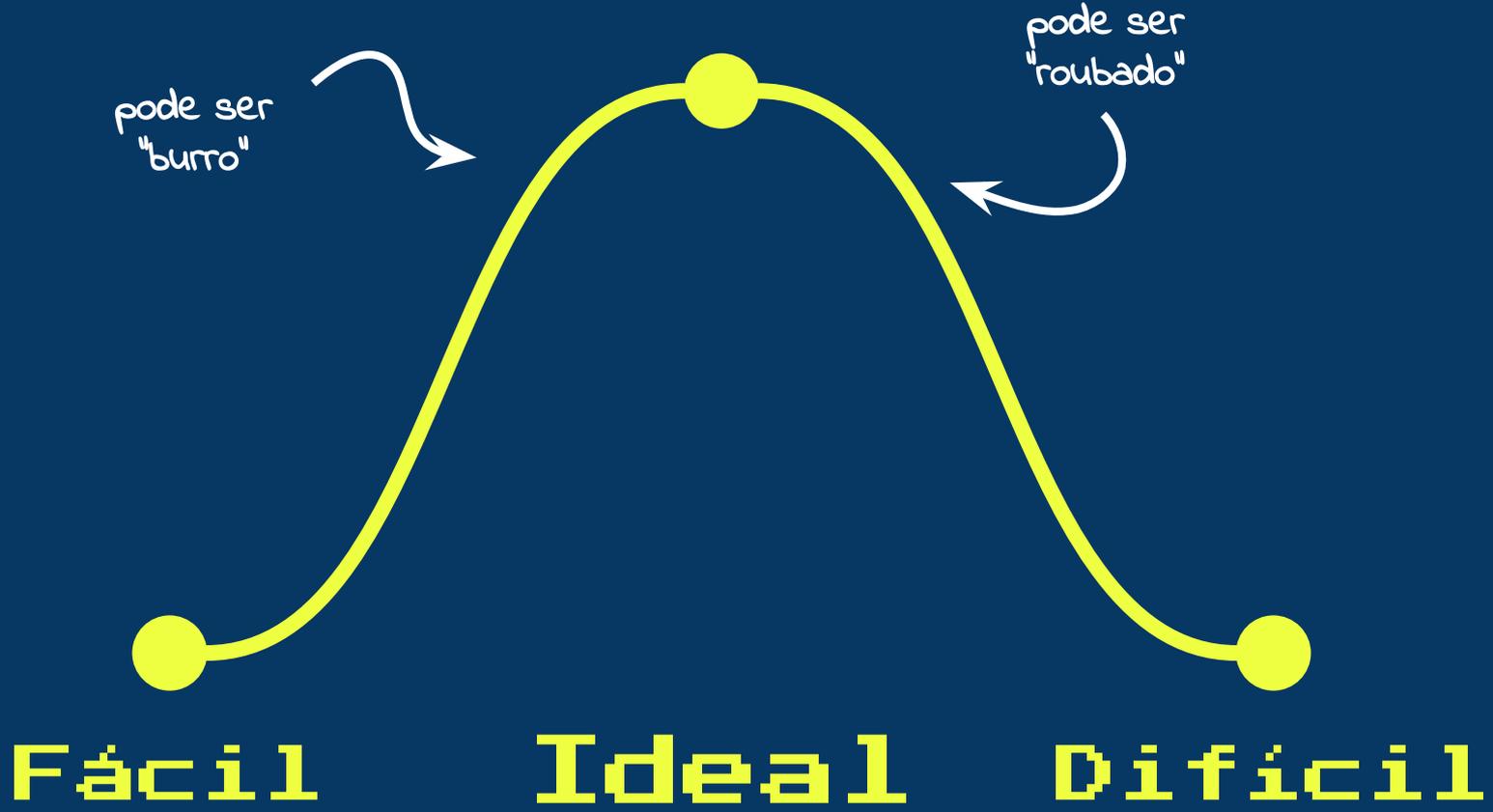
Fácil

Ideal

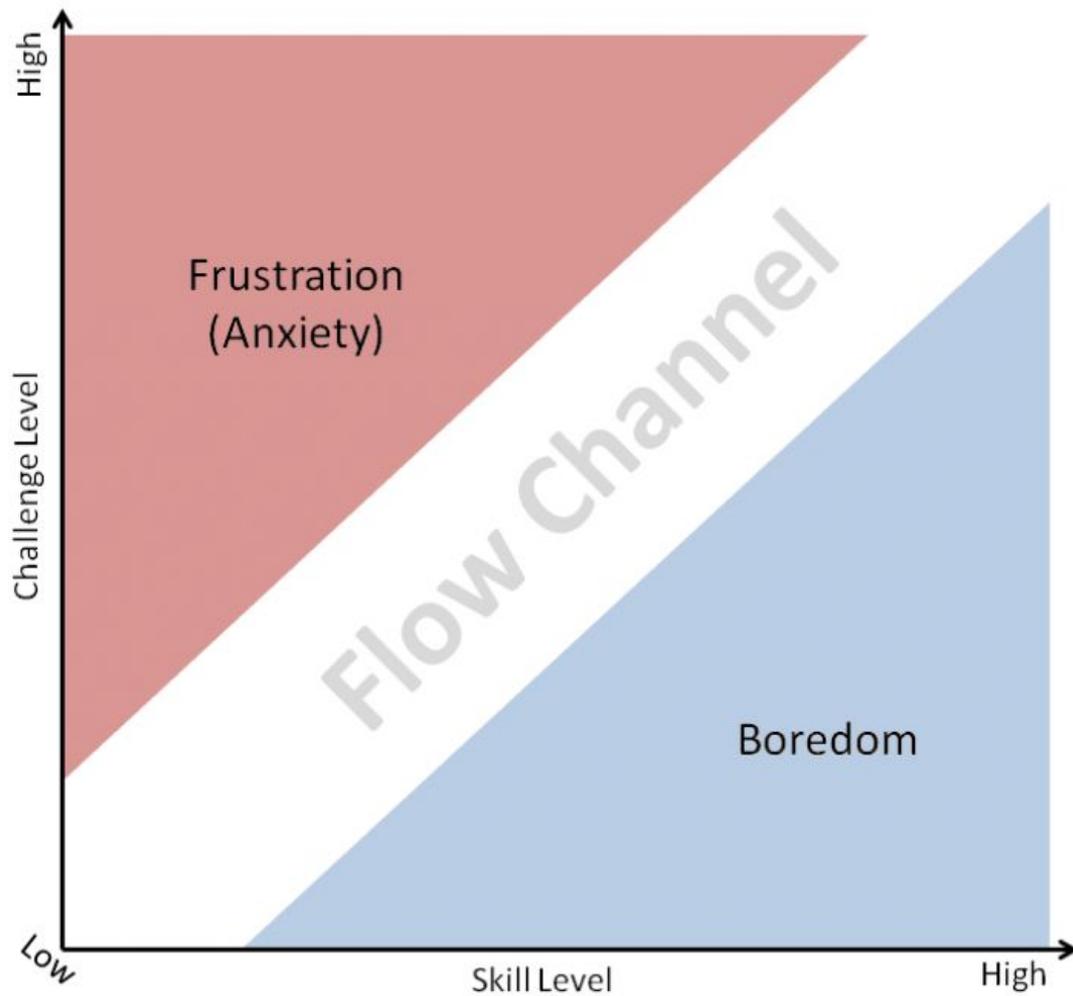
Difícil



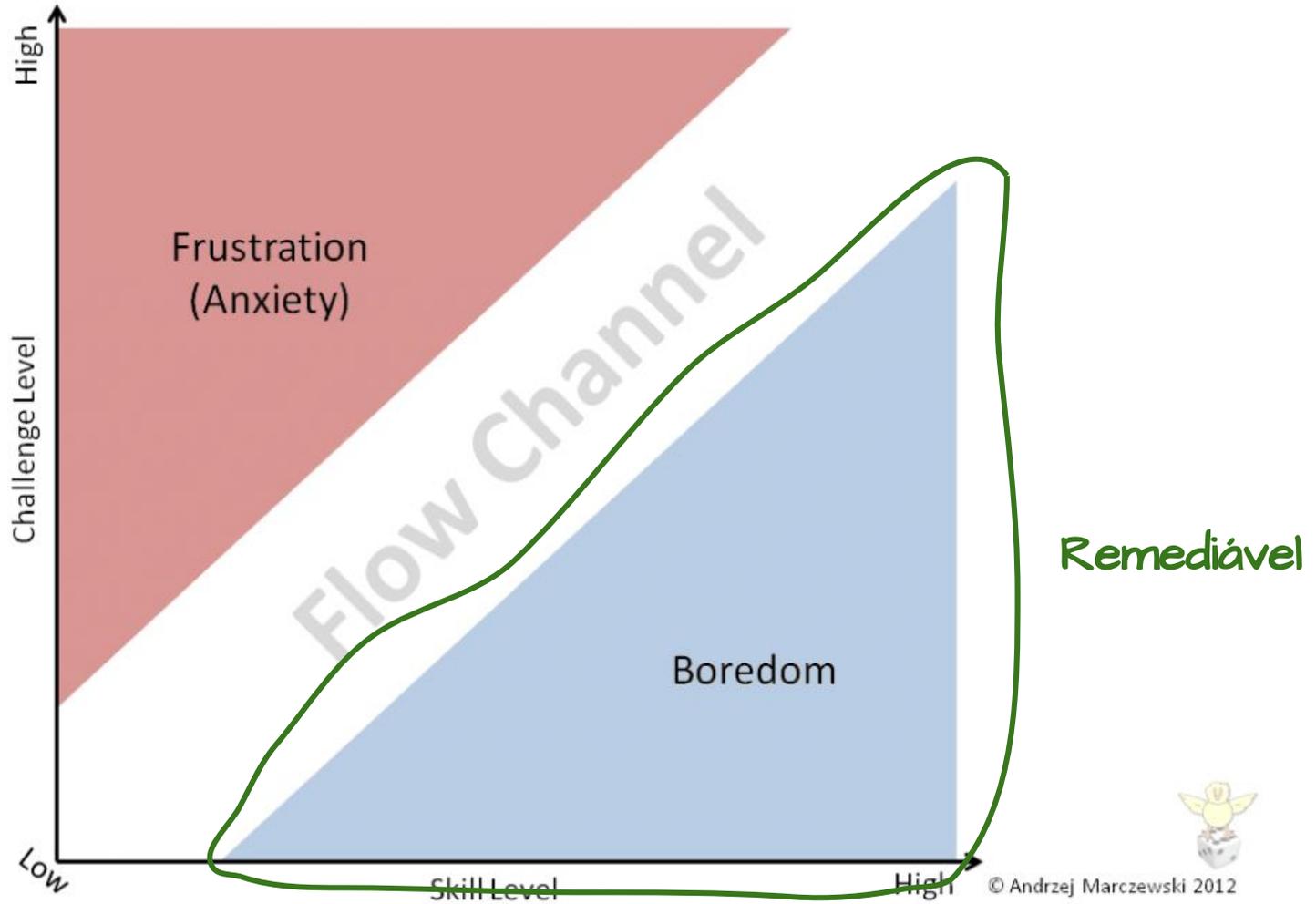
Complexidade



Flow Simplified

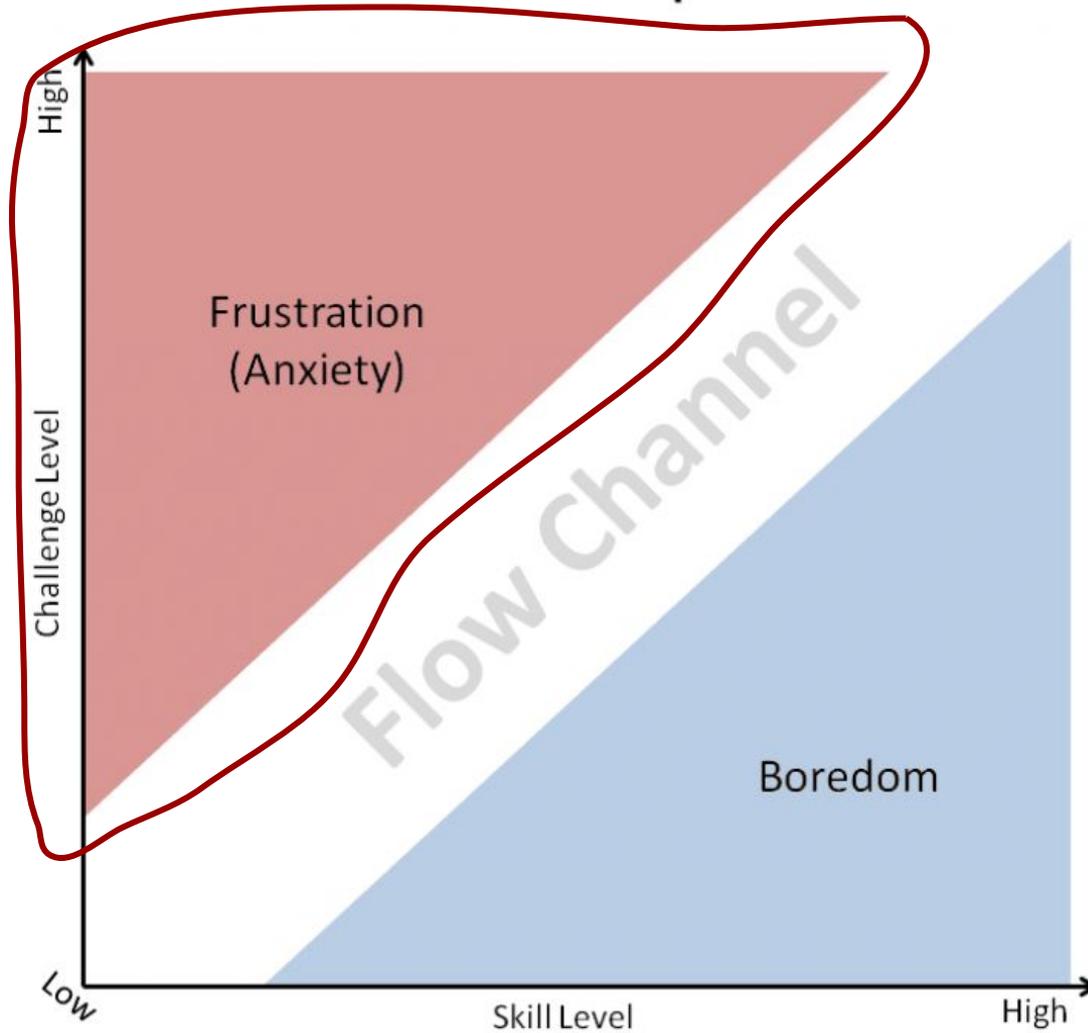


Flow Simplified



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**

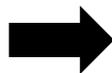
$$60 \text{ Frames Per Second} = \frac{60 \text{ frames}}{1 \text{ segundo}}$$

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

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

1

frame



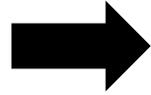
1000 milissegundos



60 frames

1

frame



16.7

milissegundos

Input

IA

Física

Renderização

Input

Input

IA

Física Física

Input

IA

Renderização

Física

Renderização

Input IA

Input

Renderização

IA

Física

Física

Renderização

Input

Renderização

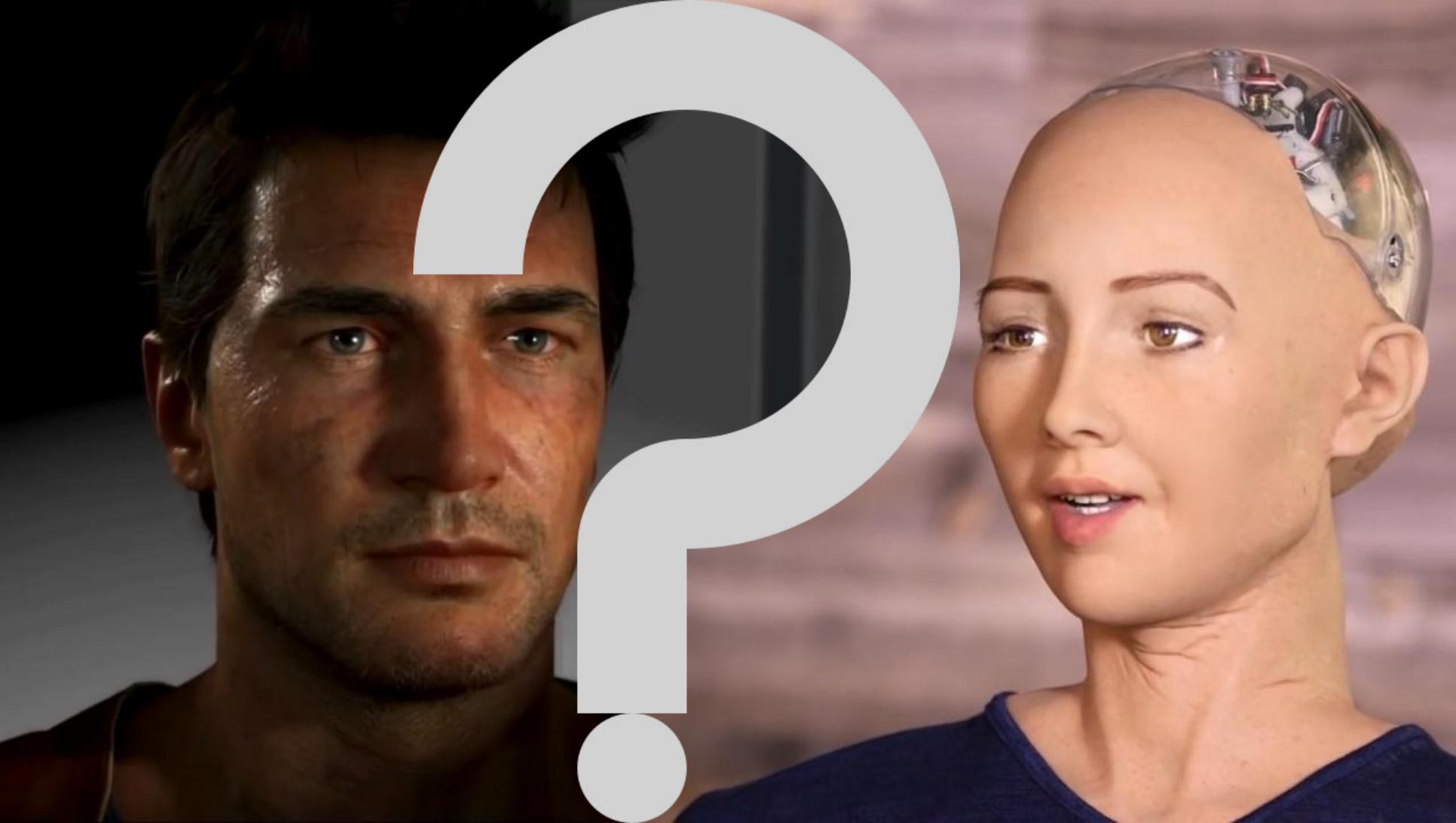
IA

Física



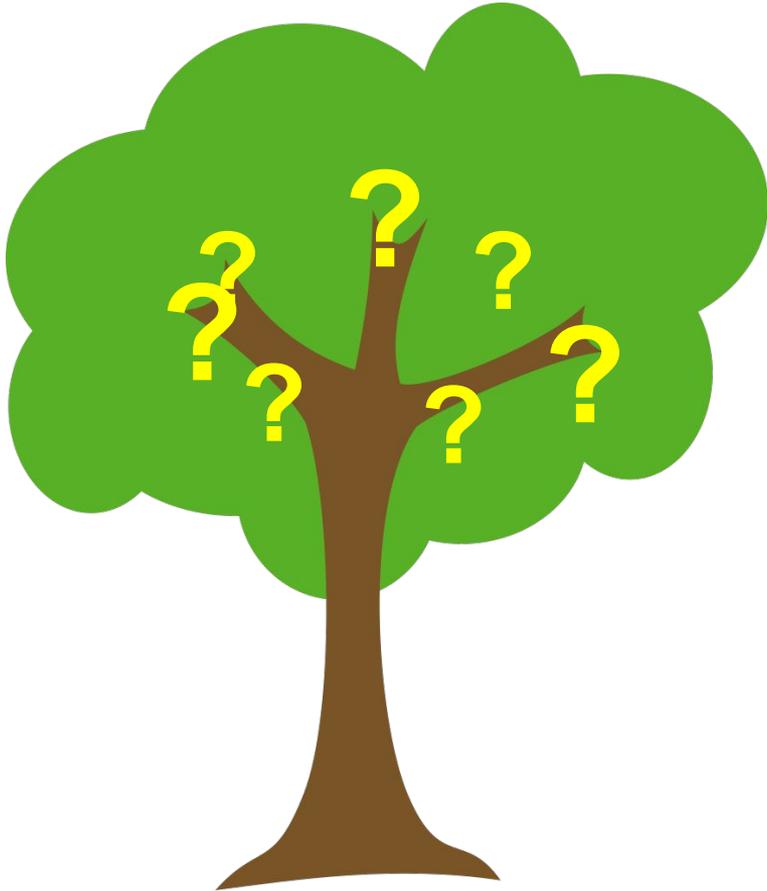
16.7

milissegundos

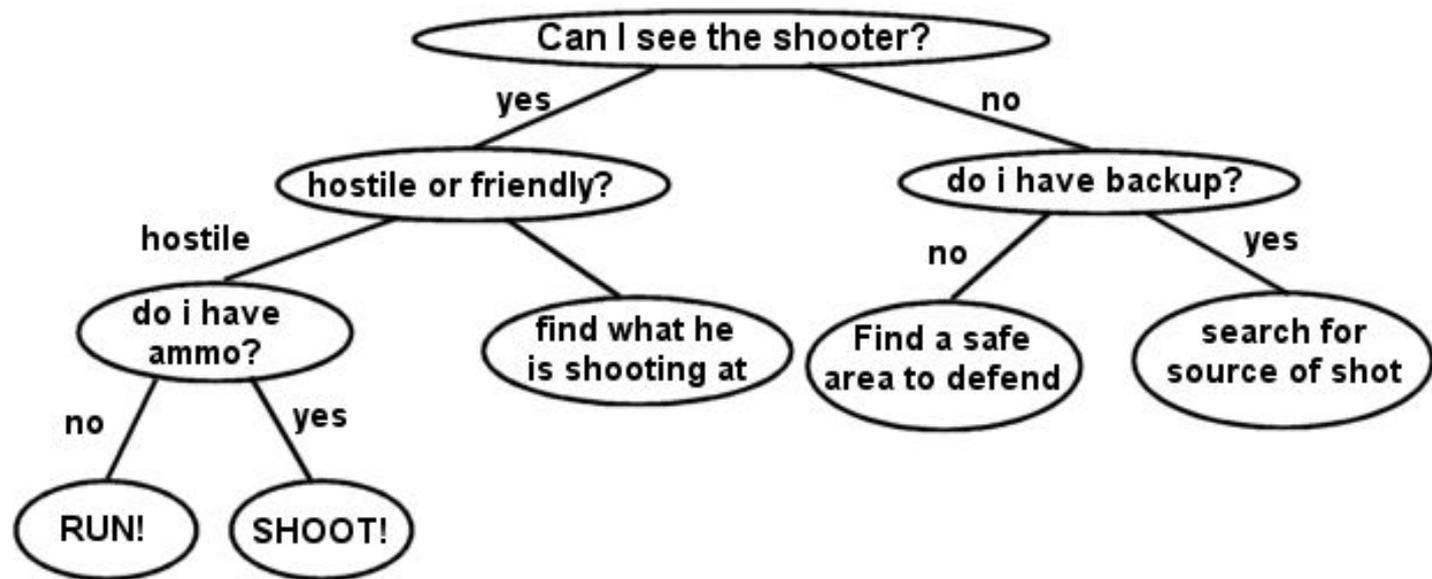




Exemplos de Técnicas utilizadas



Árvores de decisão



ALERT

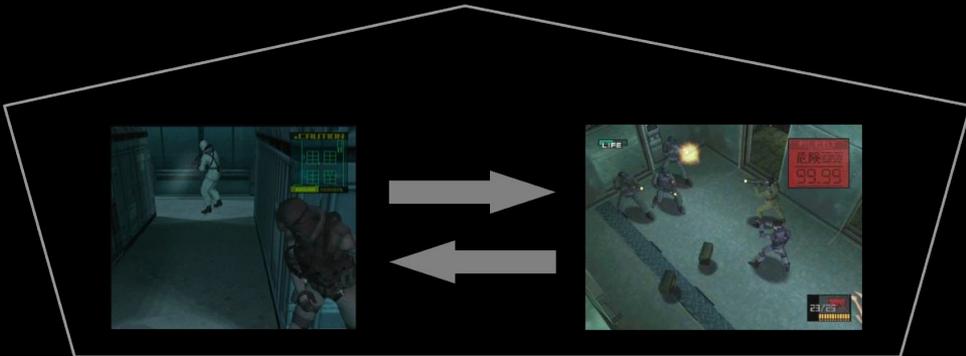
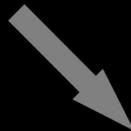
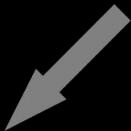
危険

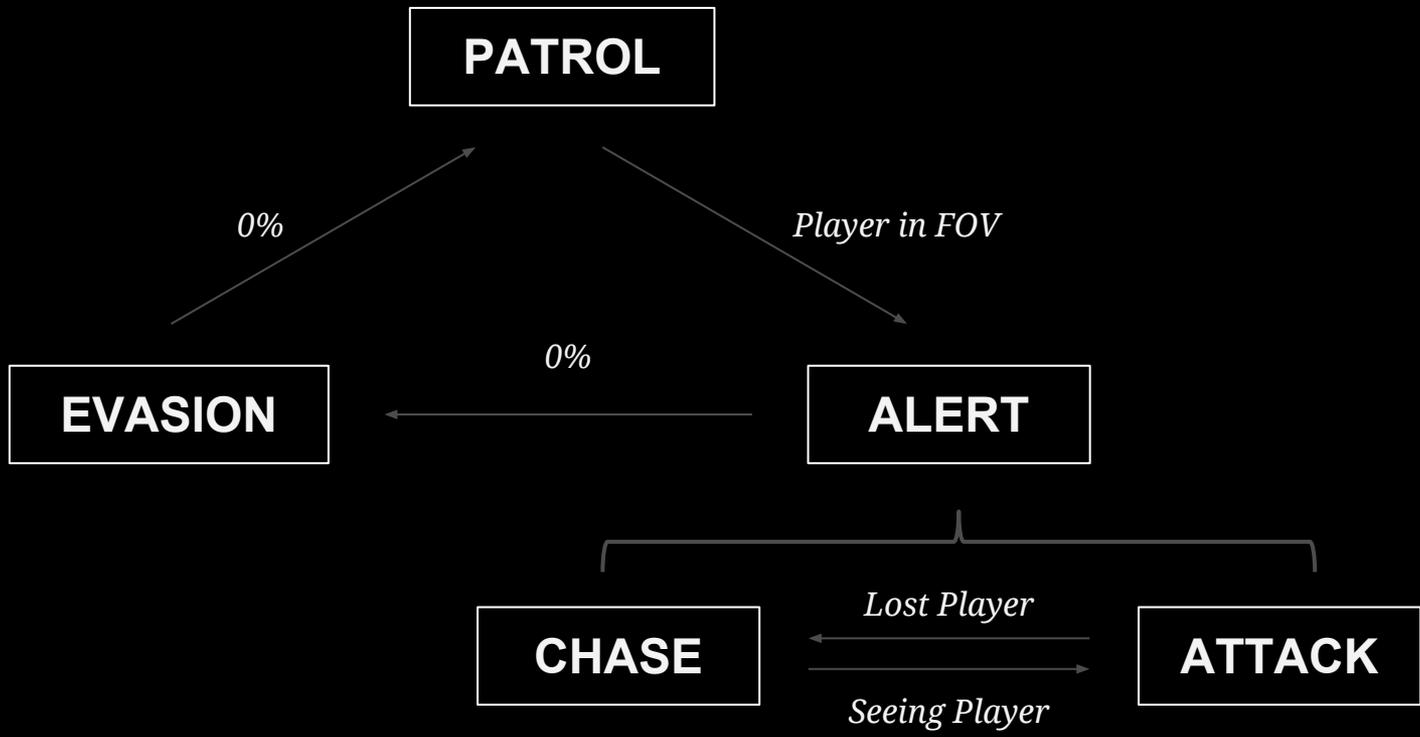
Máquina de
Estados
Finitos

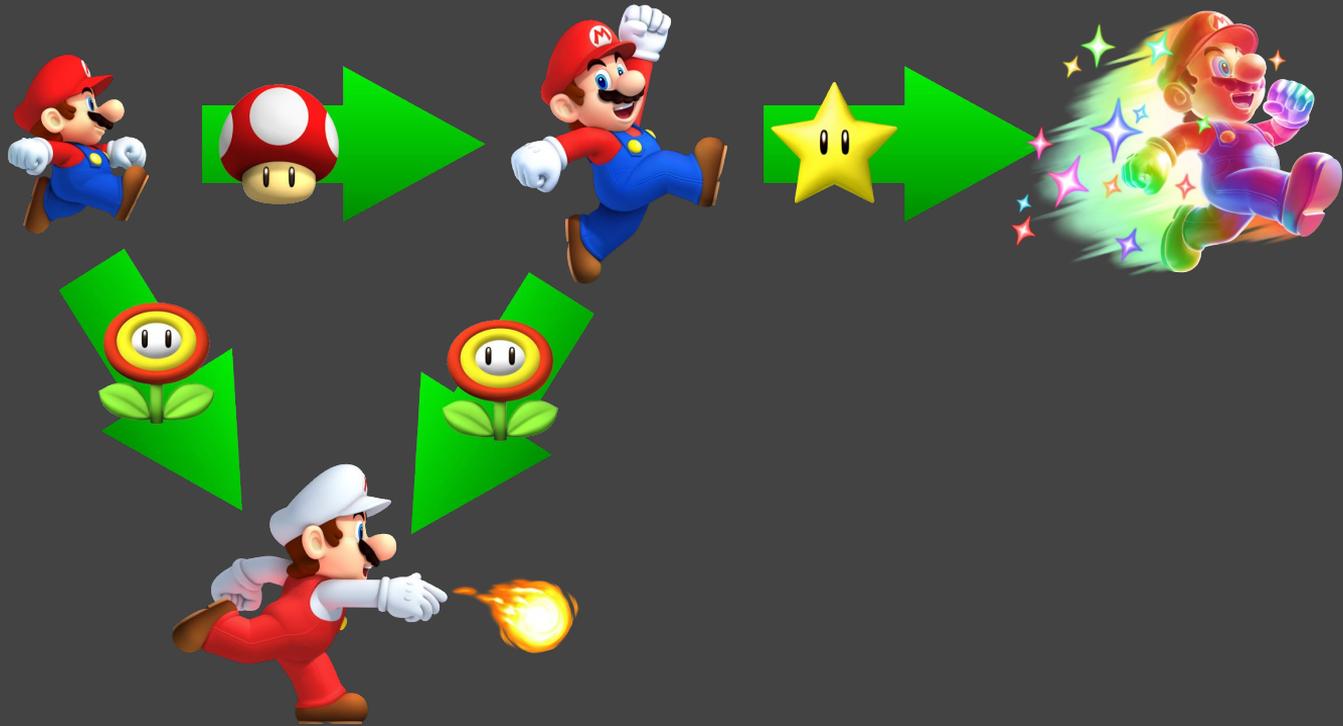
99.99



TACTICAL ESPIONAGE ACTION
METAL GEARTM
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)

Programas de Estimação (FP)

Funções de Utilidade

Árvores de Comportamento (Behavior Trees)

Processos de Função

Sistemas de Markov

No mundo
real

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

...

**No mundo
real**

Movimentação

Pathfinding

Tática e Estratégia

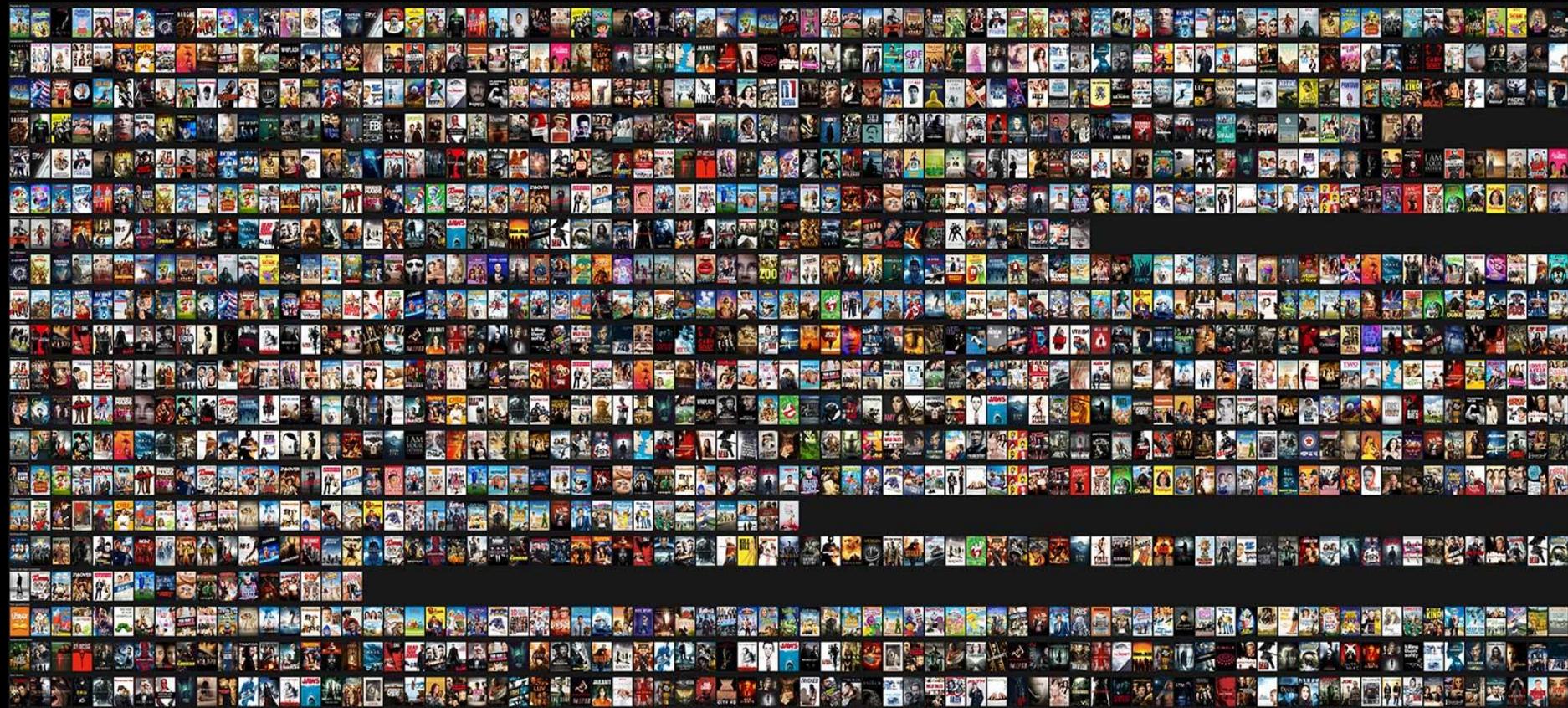
Aprendizado

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