

# Vida Artificial: aplicações na Robótica e Jogos

**Eduardo do Valle Simões**

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

*Cópias das Transparências e material didático:*

<http://www.icmc.usp.br/~simoess/>

email: [simoess@icmc.usp.br](mailto:simoess@icmc.usp.br)

Eu, Robô – Asimov:

[http://www.apple.com/trailers/fox/i\\_robot/trailer3/ap\\_sm.html](http://www.apple.com/trailers/fox/i_robot/trailer3/ap_sm.html)

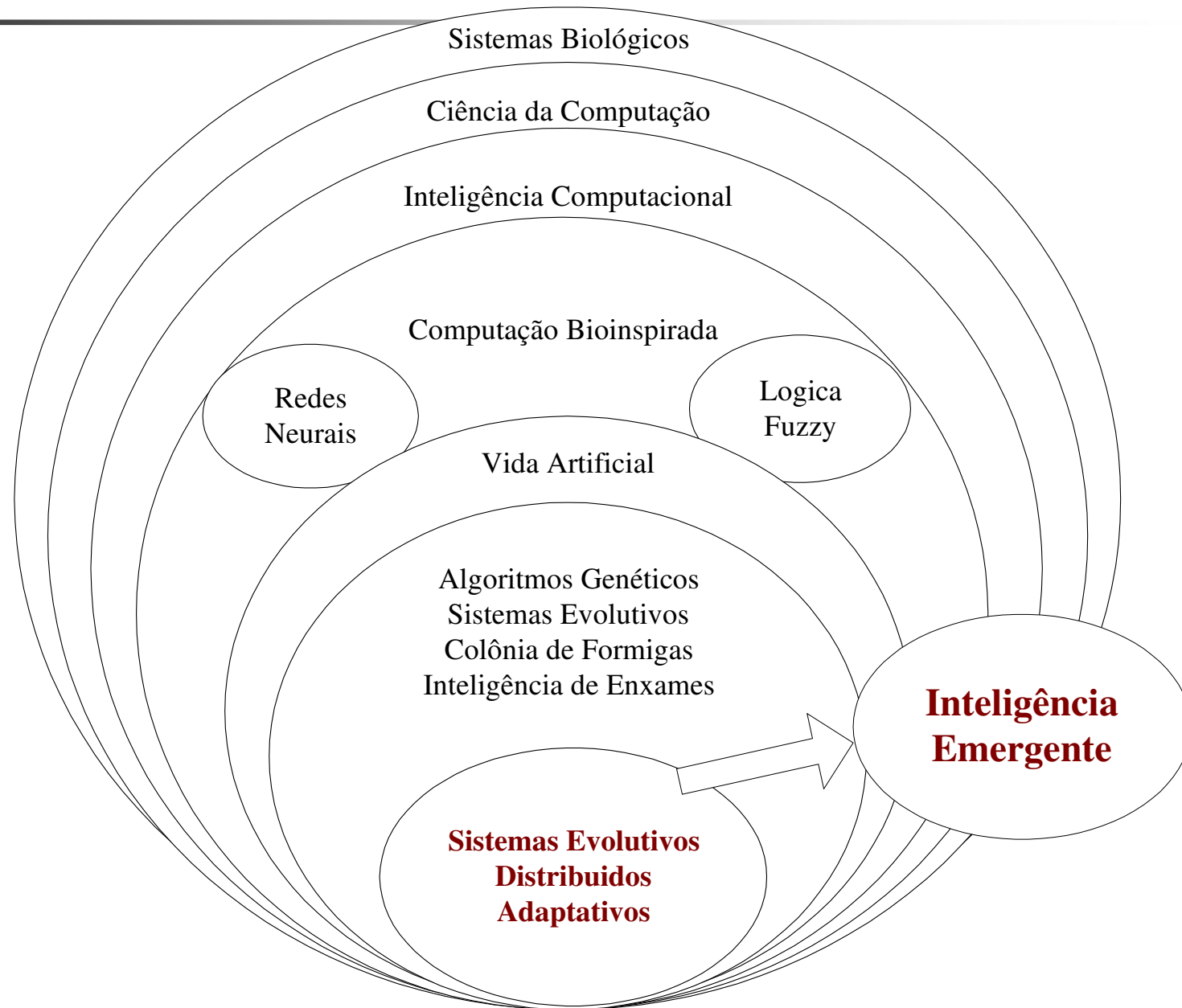
# Computação Evolutiva

“Será a Vida Artificial possível?”

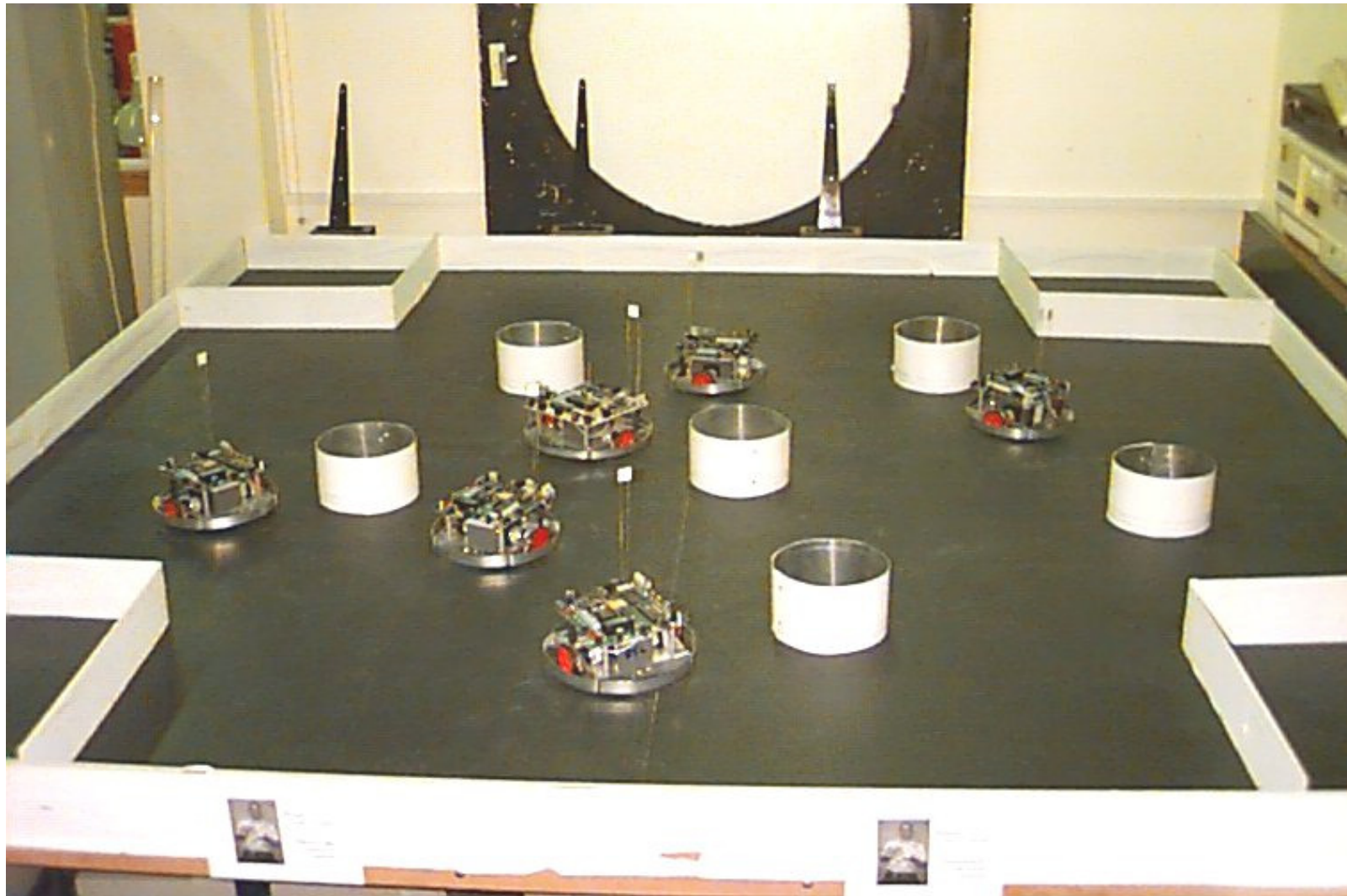




# Contexto



# Sistemas Biológicos: Inspiração





# Sistemas Biológicos: Inspiração

---

- Computação Evolutiva:

→ *Processos Naturais como Ferramentas de Implementação*

Estuda:

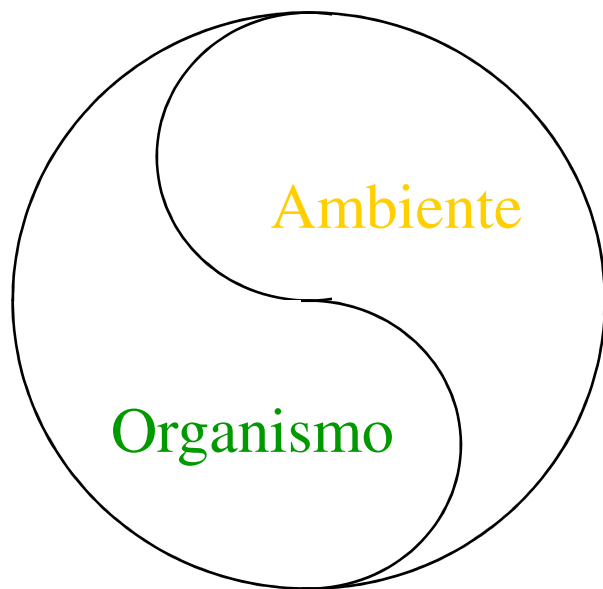
- Inter-relações entre os organismos e o meio ambiente  
(Algoritmos Genéticos)



# Sistemas Biológicos: Inspiração

---

## Evolução através da Seleção Natural



Características:

- Tamanho;
- Cor da Pele...

Mecanismos de Estímulo-Resposta:





# Sistemas Biológicos: Inspiração

---

- Estudo da Inteligência:
  - Biologia: **Funcional** → neurônios, cérebro...
  - Computação : **Mecanismos** → cognição
  - Inteligência Computacional: **Modelos** → Inteligência Artificial
  - Computação Bioinspirada: **Sistemas Adaptativos** → Inteligência Emergente

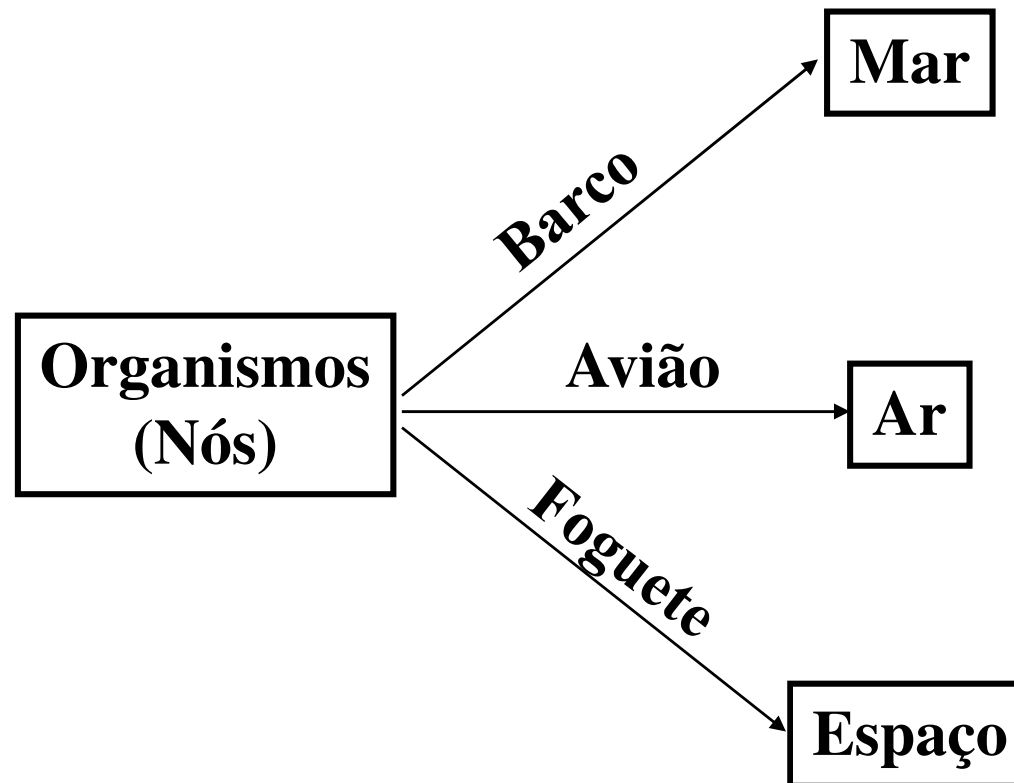
**→ *Suprema Ferramenta para a Sobrevivência***



# Sistemas Biológicos: Inspiração

---

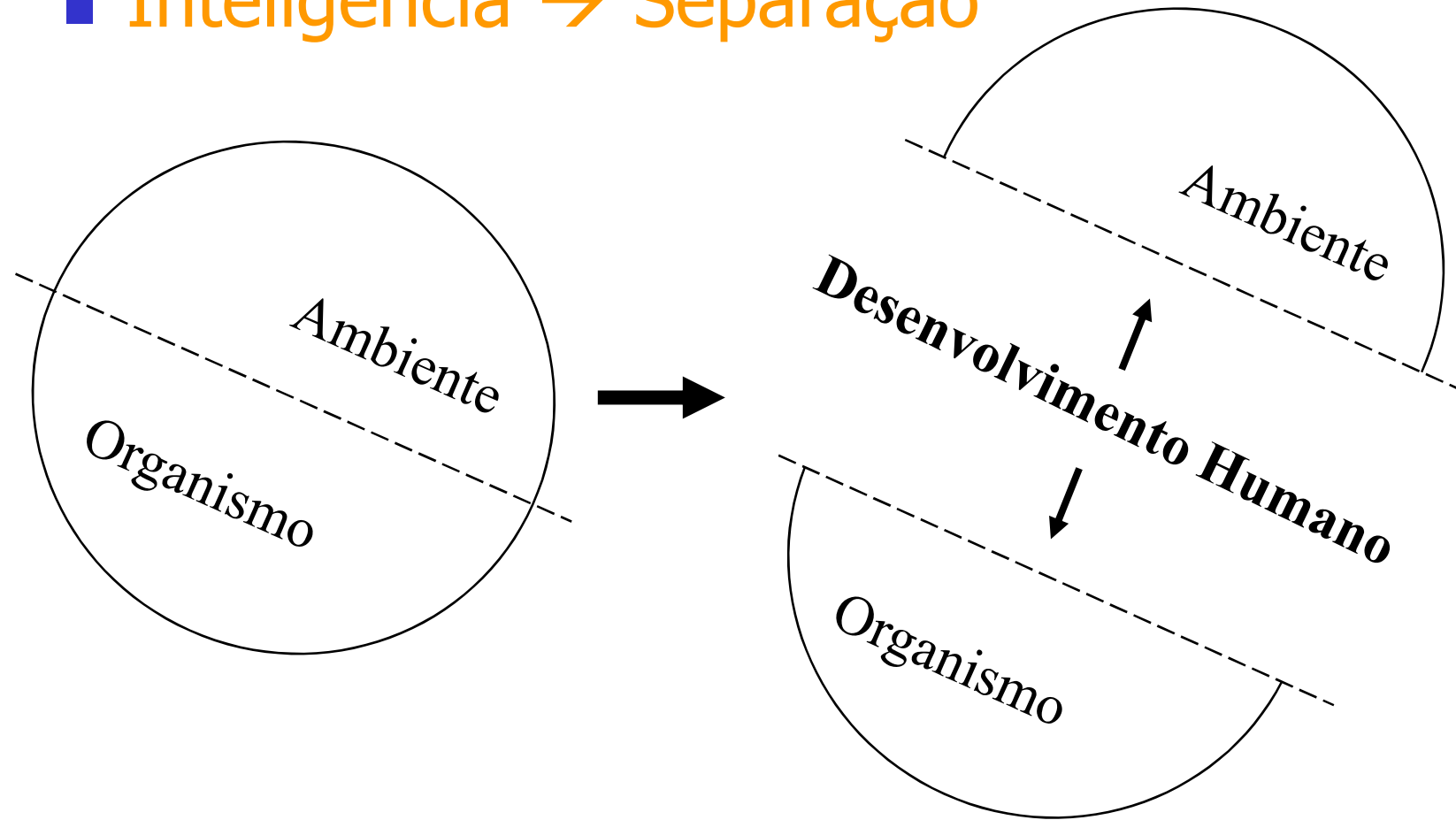
- Inteligência → Dispersão





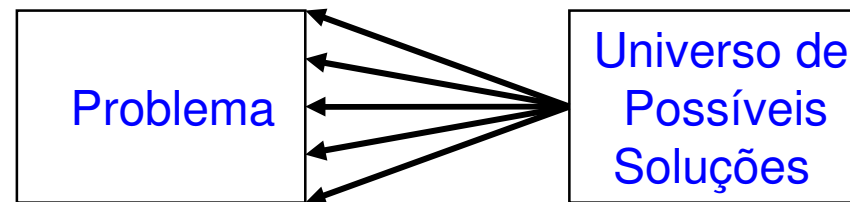
# Sistemas Biológicos: Inspiração

## ■ Inteligência → Separação



# Computação Evolutiva: Conceito

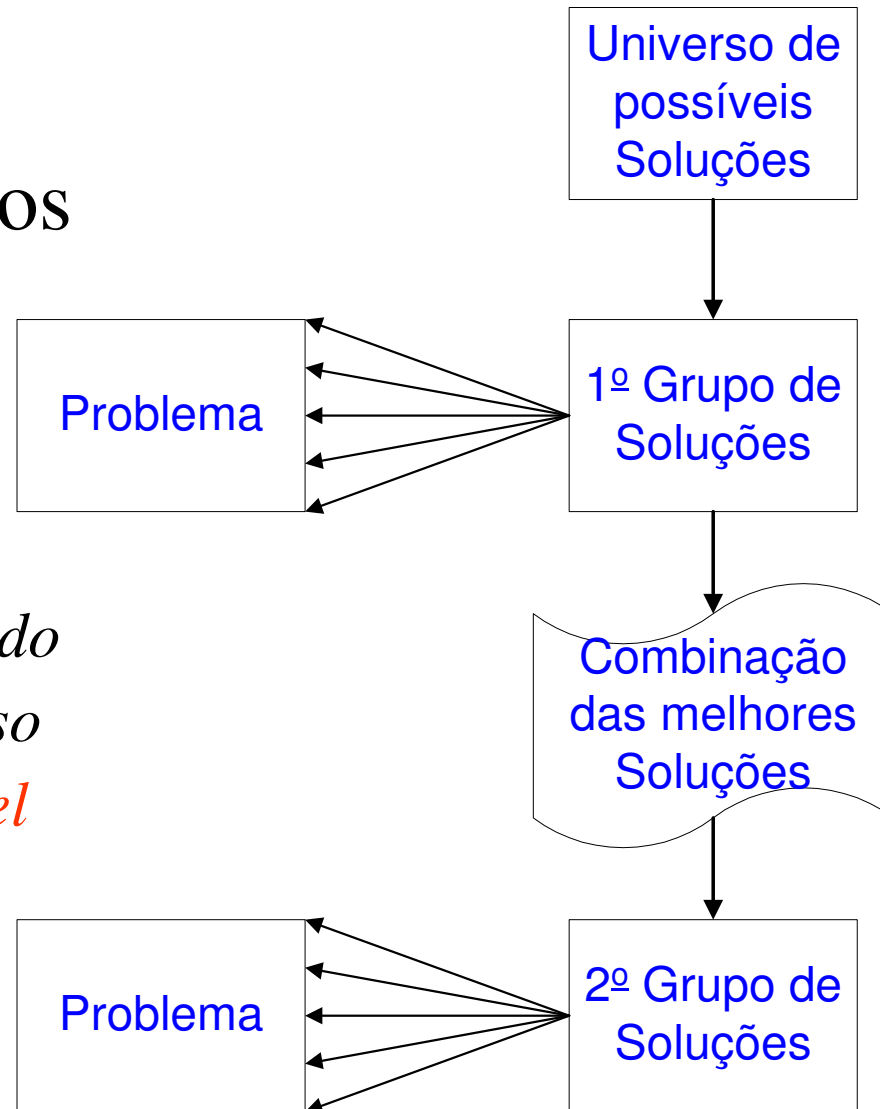
## ■ Sistemas de Computação Tradicionais:



→ Tentar exaustivamente *todas as possíveis soluções* e escolher a mais adequada

## ■ Algoritmos Genéticos

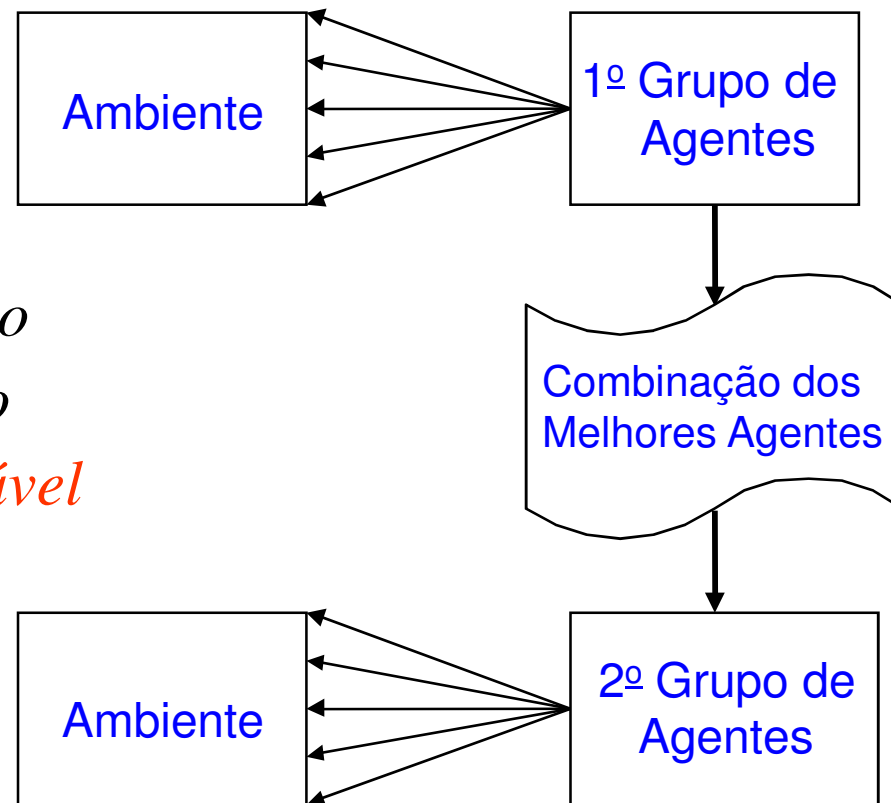
→ *Teste de um critério definido e inter rompimento do processo quando uma **solução aceitável** é produzida.*

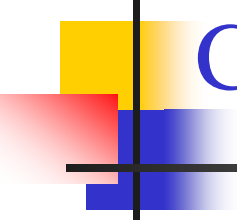


# Computação Evolutiva

## ■ Computação Evolutiva

→ *Teste de um critério definido e interrompimento do processo quando um **desempenho aceitável** é produzido.*

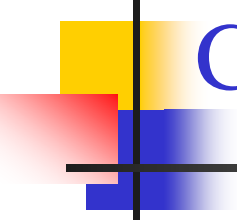




# Computação Evolutiva

---

- Baseados em uma população de soluções
- Sobrevivência dos melhores
- Função de avaliação
- Problemas
  - Não garante melhor solução
    - Máximos locais
  - Overfitness → Oportunismo: pode não funcionar em todos os casos



# Computação Evolutiva

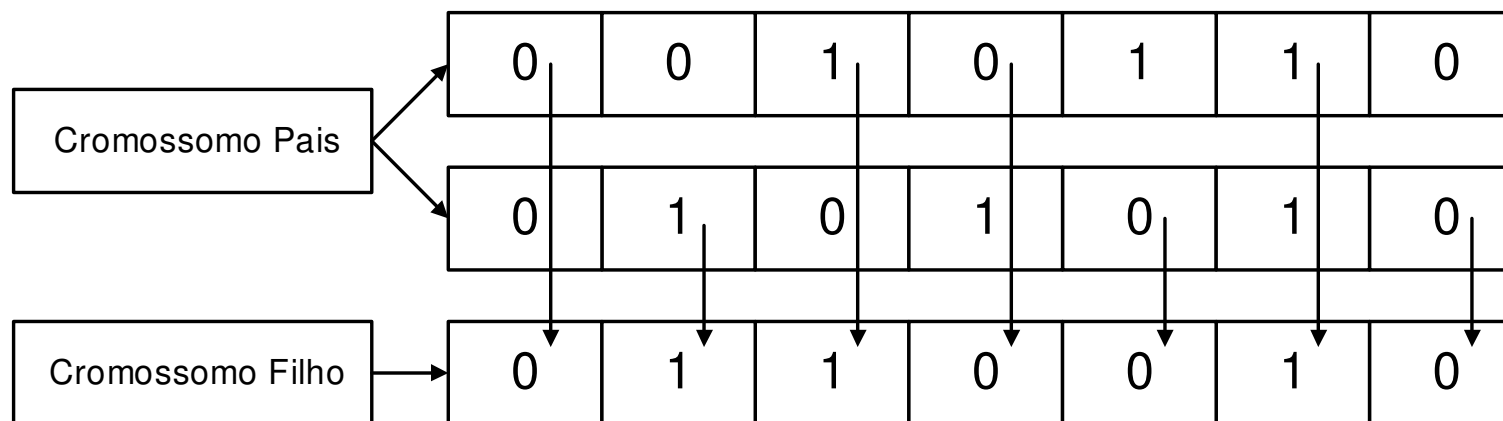
---

- Mecanismos inspirados na evolução biológica:
  - Avaliação (genótipo x fenótipo)
  - Seleção natural (ranking x tournament)
  - Reprodução
    - Mutação
    - Crossover
  - Reconstituição da população

## ■ Algoritmo:

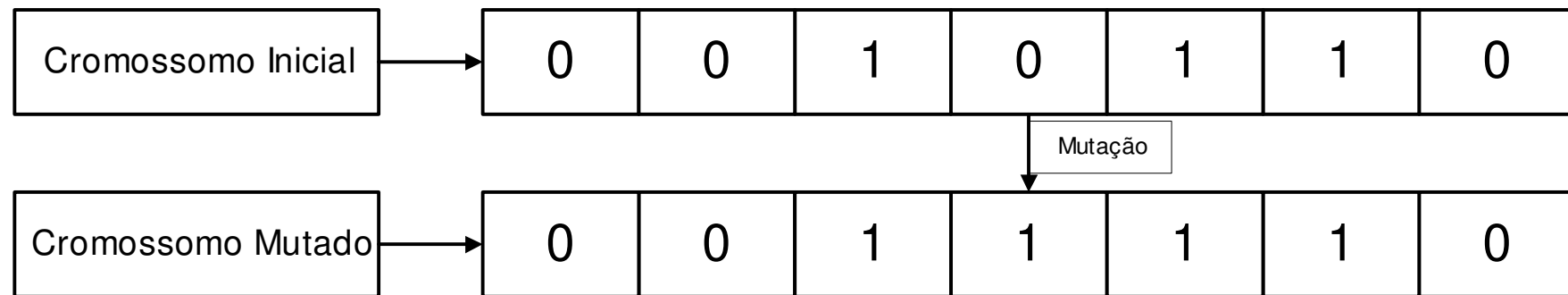
- 1 Inicie a População.
- 2 Repita enquanto critério de parada não for satisfeito:
  - 1 Calcule a aptidão de cada possível solução (cromossomo).
  - 1 Selecione cromossomos para a reprodução.
- 5 Gere novos cromossomos utilizando operadores evolutivos.
- 6 Componha a nova população.

## ■ Exemplo de Crossover:





- Exemplo de Mutação:





# Computação Evolutiva

---

- Computação Evolutiva:

- Uma *Seleção Natural Artificial* dos mais adequados agentes ou soluções

- Premissa mais importante:

- Especificar *o que* é desejado do robô, sem definir *como* ele deve fazer para obter o comportamento desejado



# Computação Evolutiva

---

## **Estudo dos Mecanismos Naturais:**

- **Nível Microscópico (Molecular):**
  - Algoritmos Genéticos
- **Nível Macroscópico (Comportamental):**
  - Complementaridade entre o ambiente natural e os organismos



# Computação Evolutiva

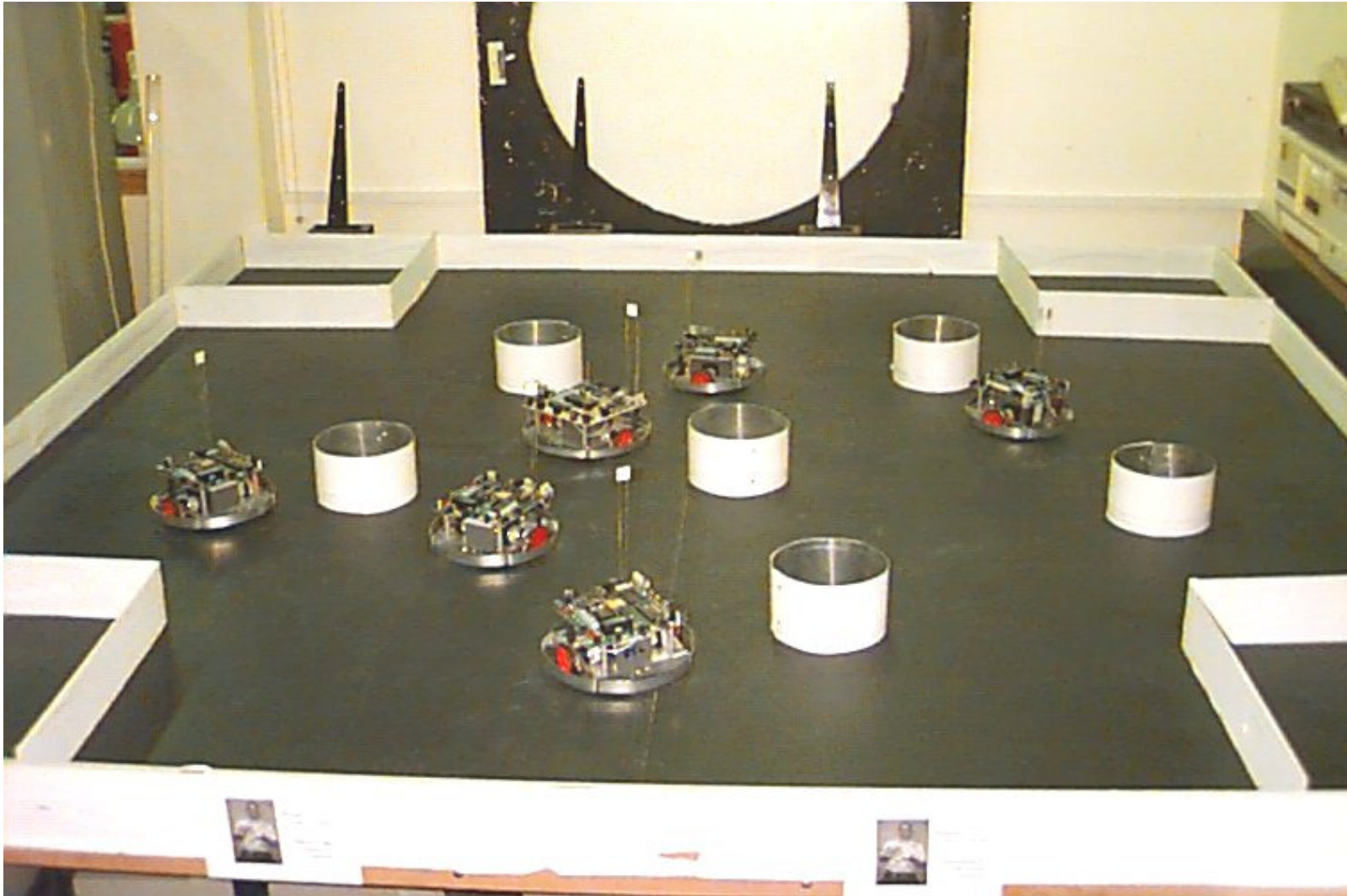
---

## Interação entre Organismo e Ambiente:

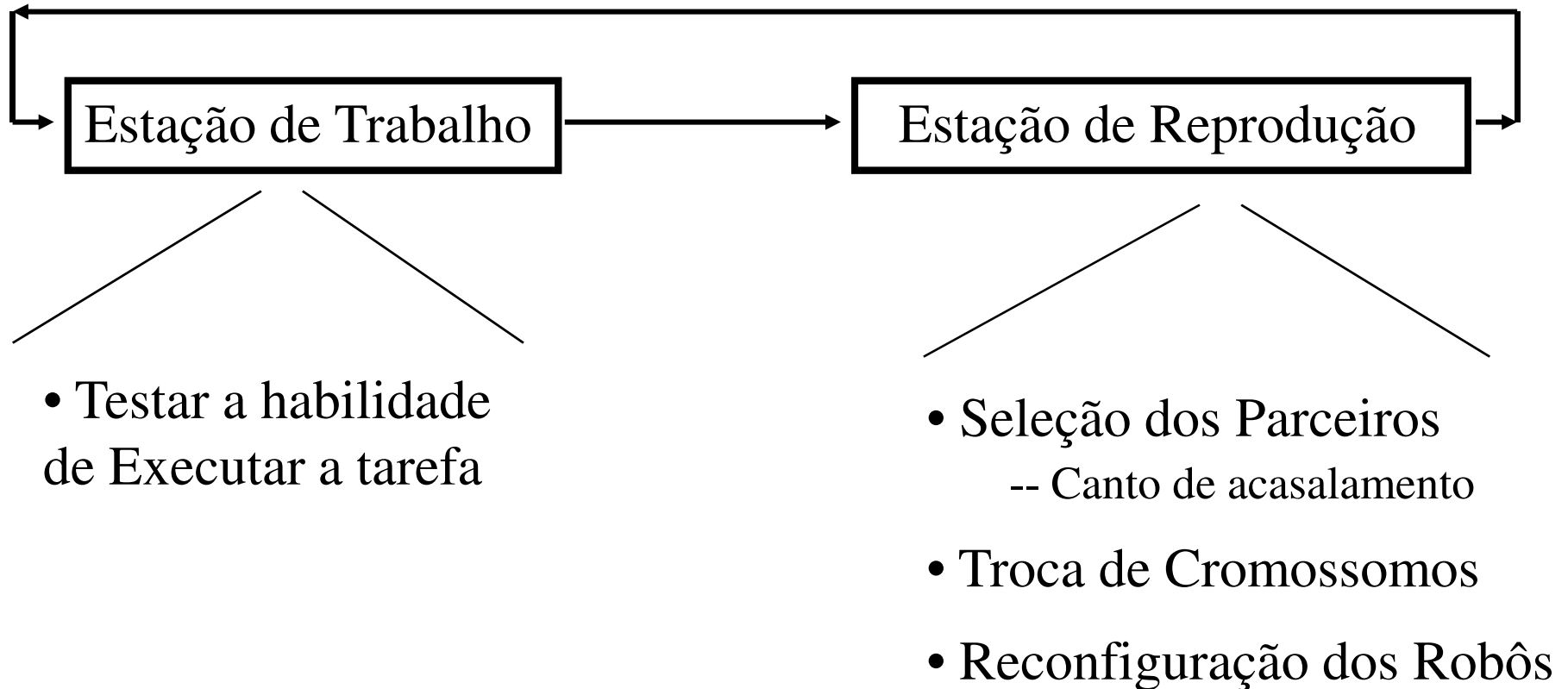
- Comportamento: propriedade emergente da interação entre organismo e meio ambiente
- *"O ambiente não é apenas uma entidade complexa e variável, mas um mundo de oportunidades"*

por J.J. Gibson (1950)

# Aplicação: Robótica Evolutiva



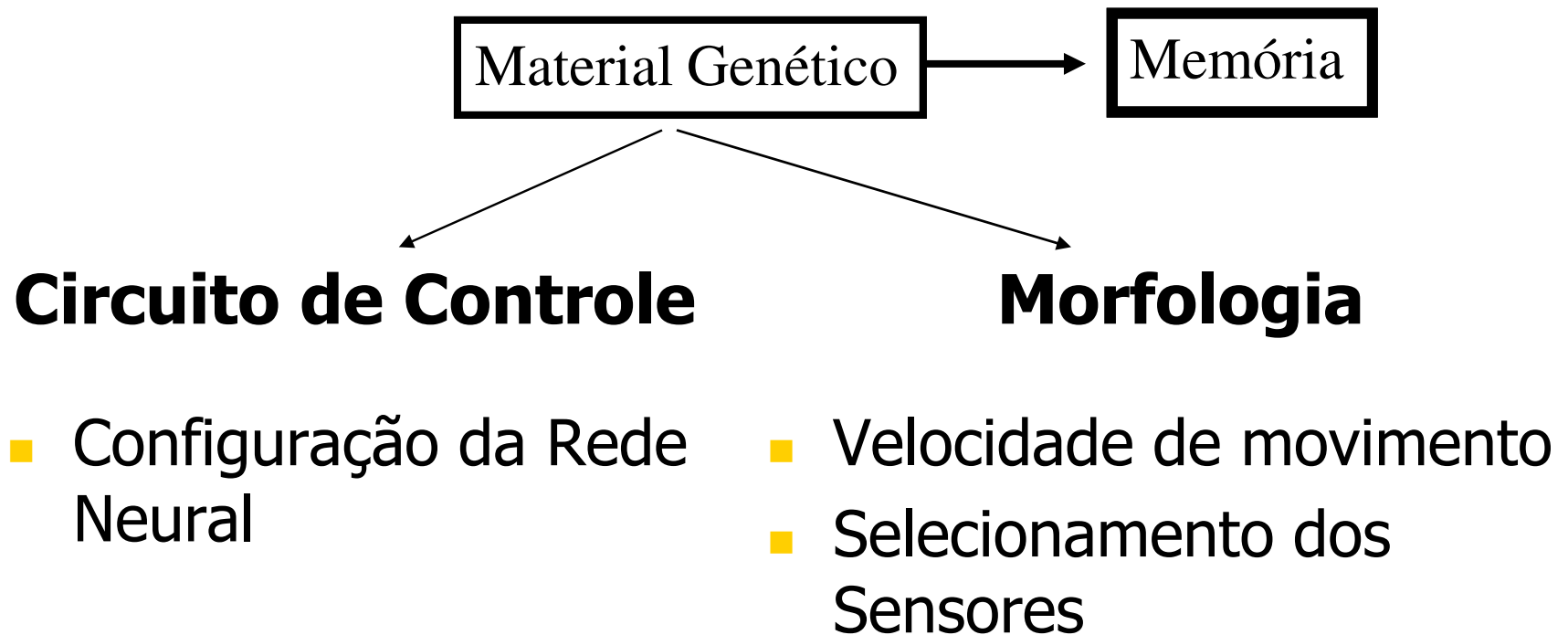
## Processo Evolucionário:





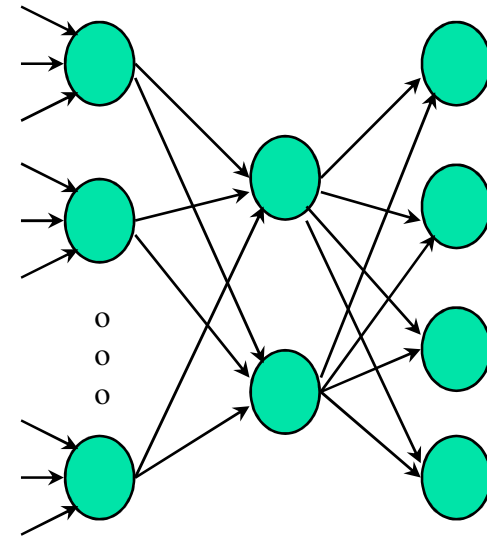
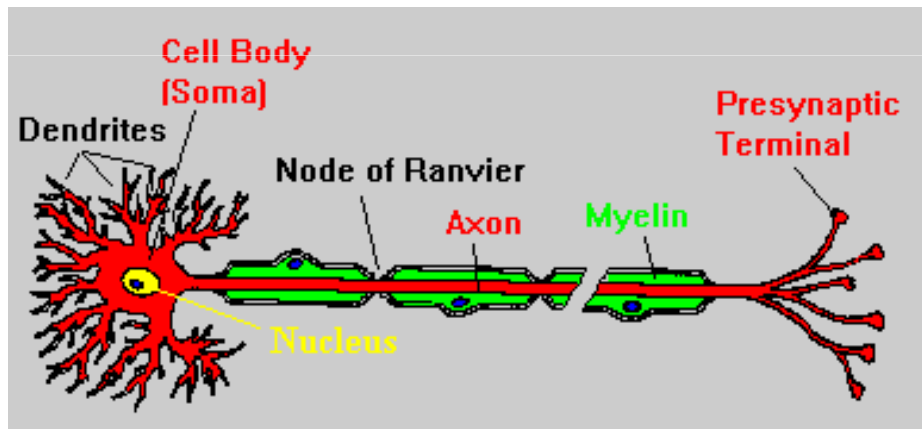
# Robótica Evolutiva

---



# Controlador: Redes Neurais Artificiais

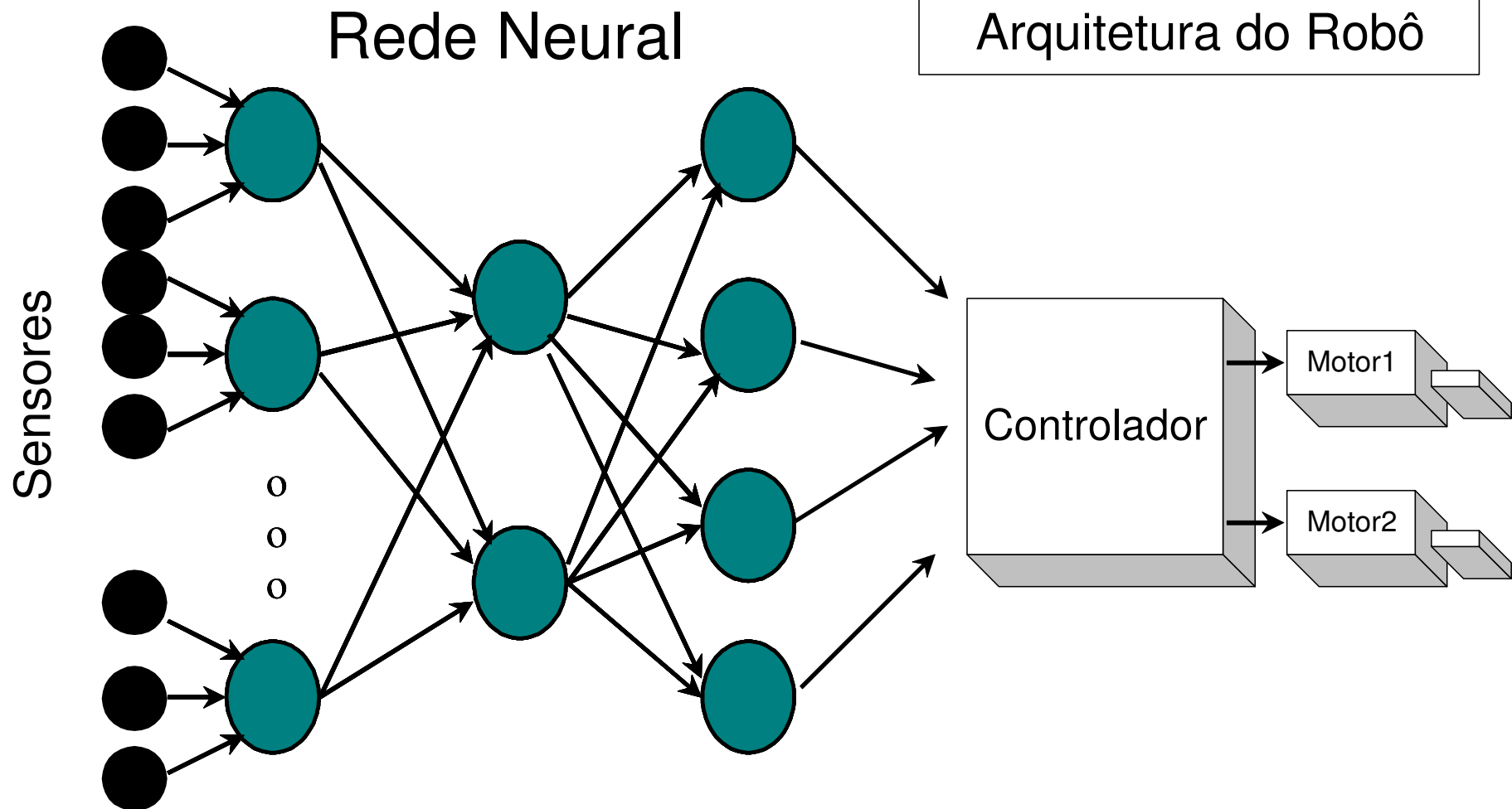
- Redes Neurais Artificiais  
(cérebro dos Robôs):

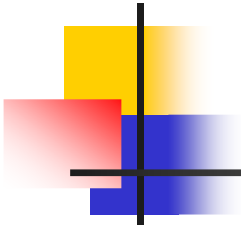




# Controlador: Redes Neurais Artificiais

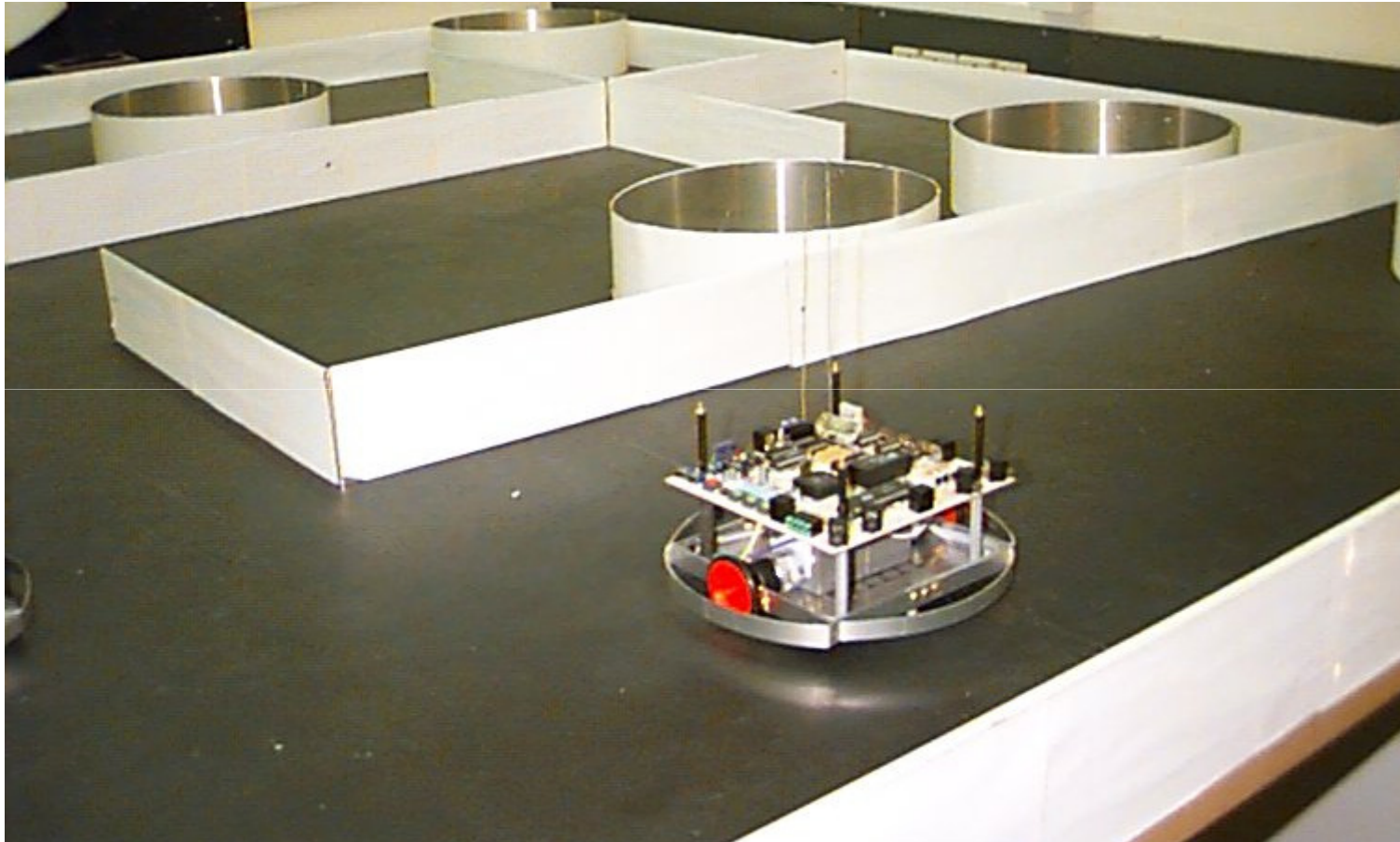
- Generalização – Aprendizado por Tutor – Processa inf. ruidosa





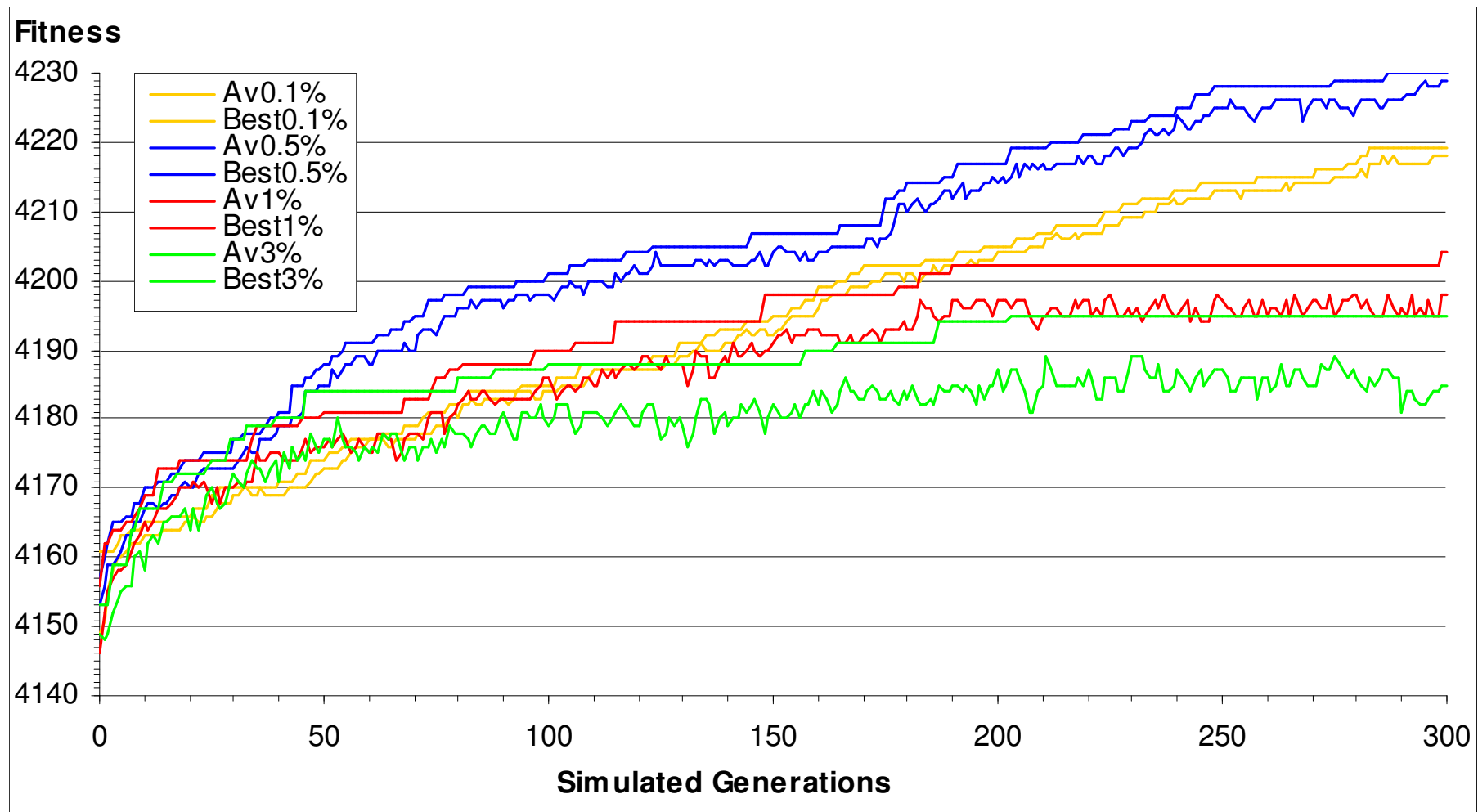
# Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica

# Experimentos



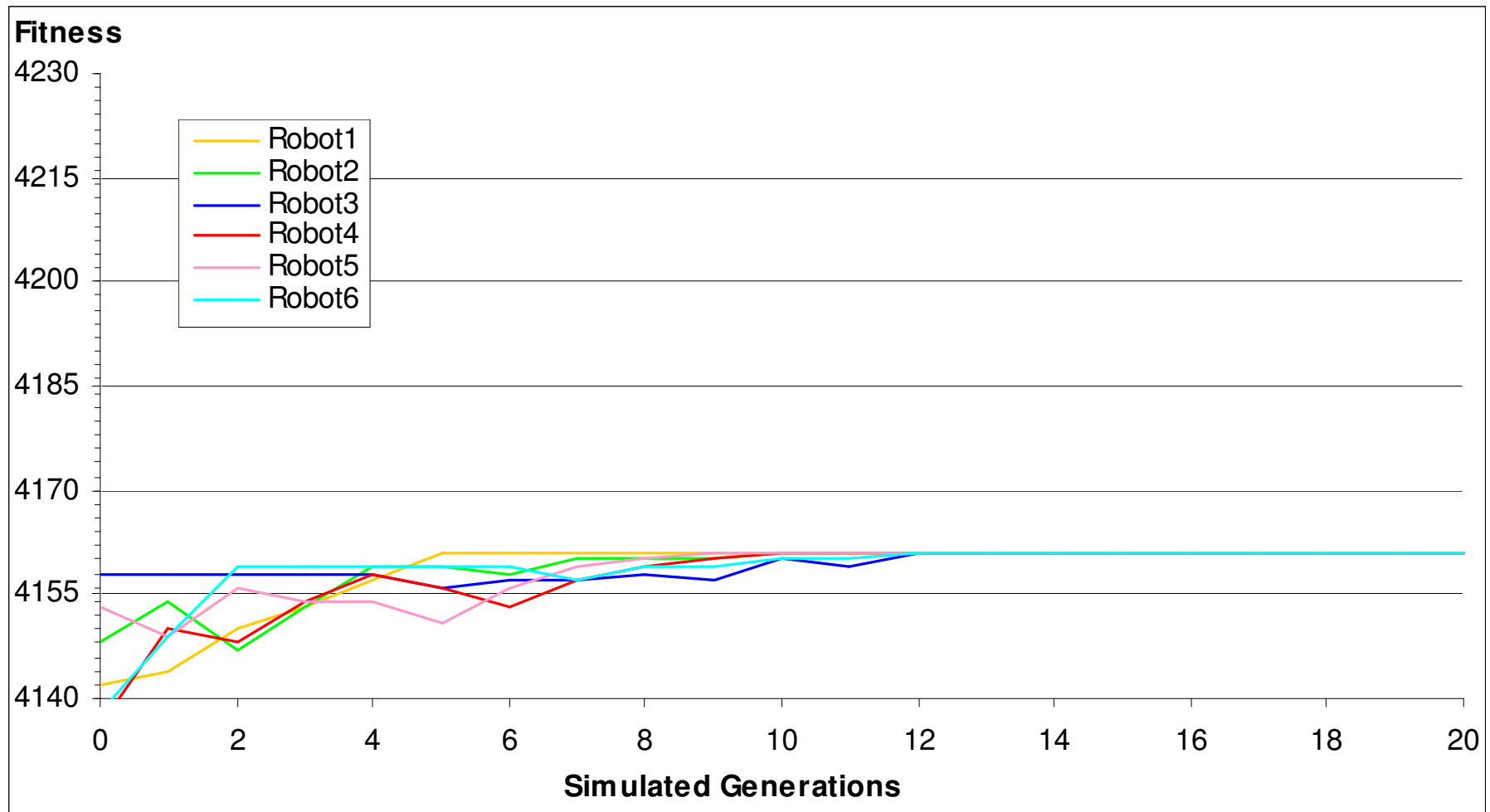
# Analise dos Dados Experimentais

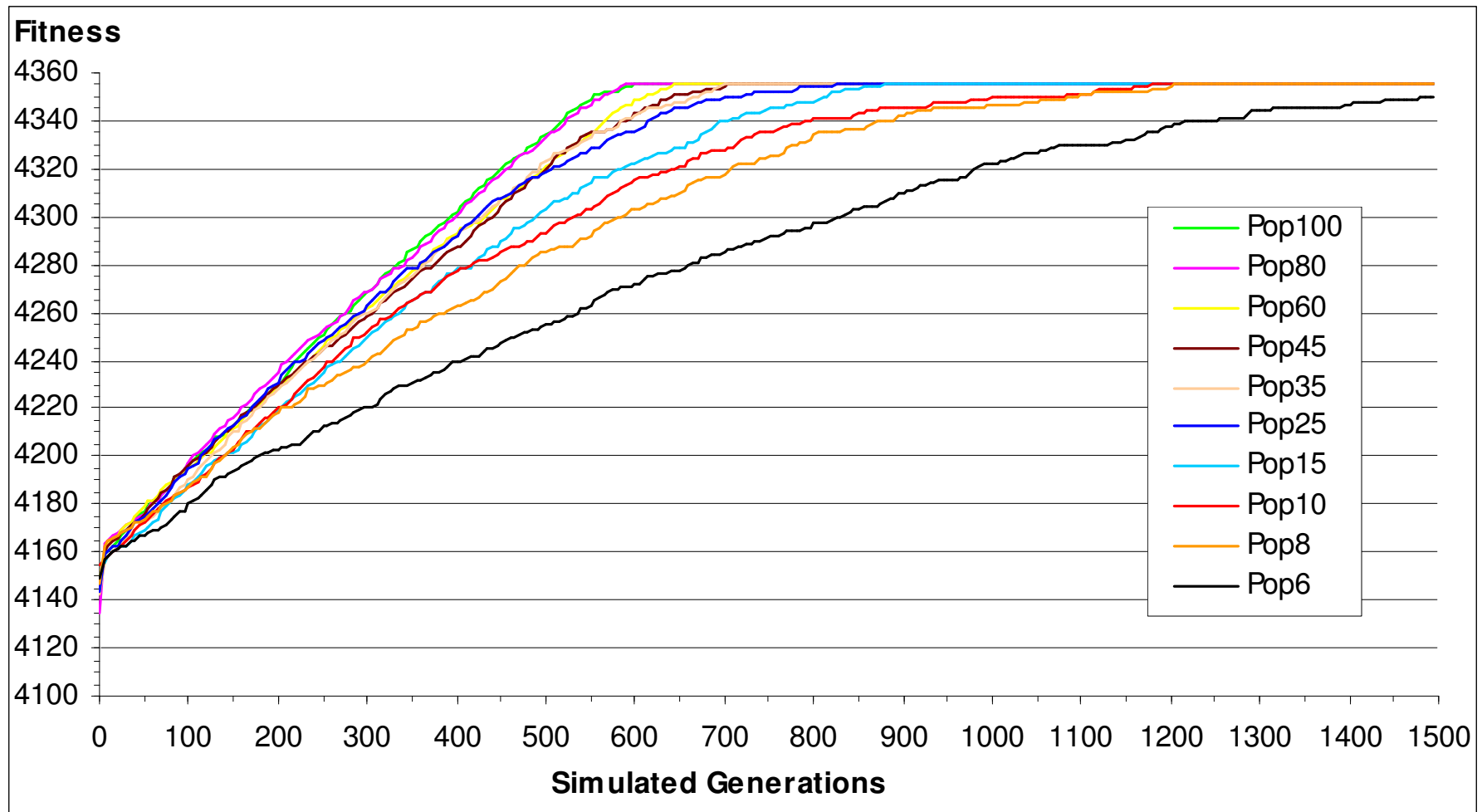
## ■ Efeito da Mutação:



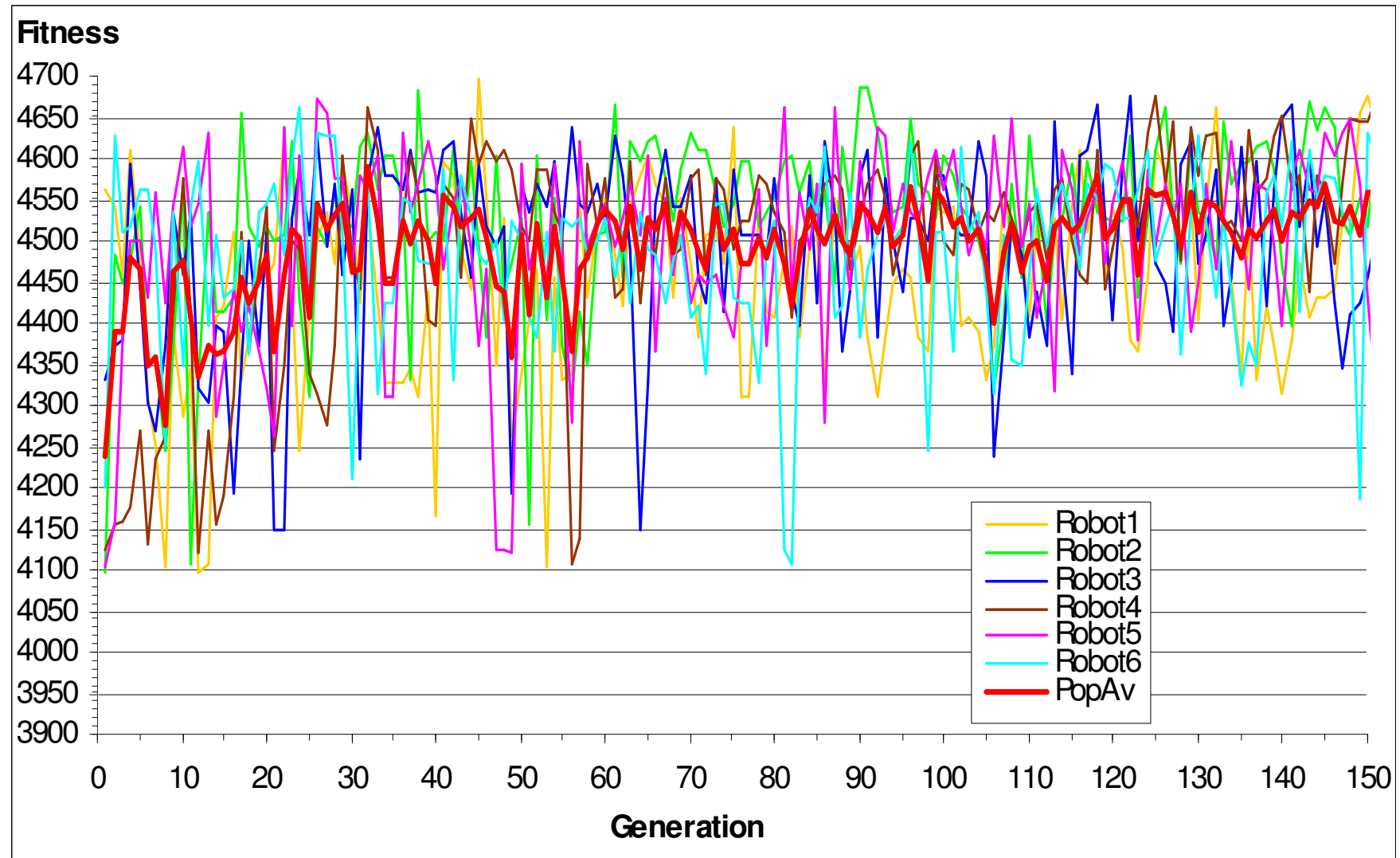
# Analise dos Dados Experimentais

## ■ Efeito da Mutação:

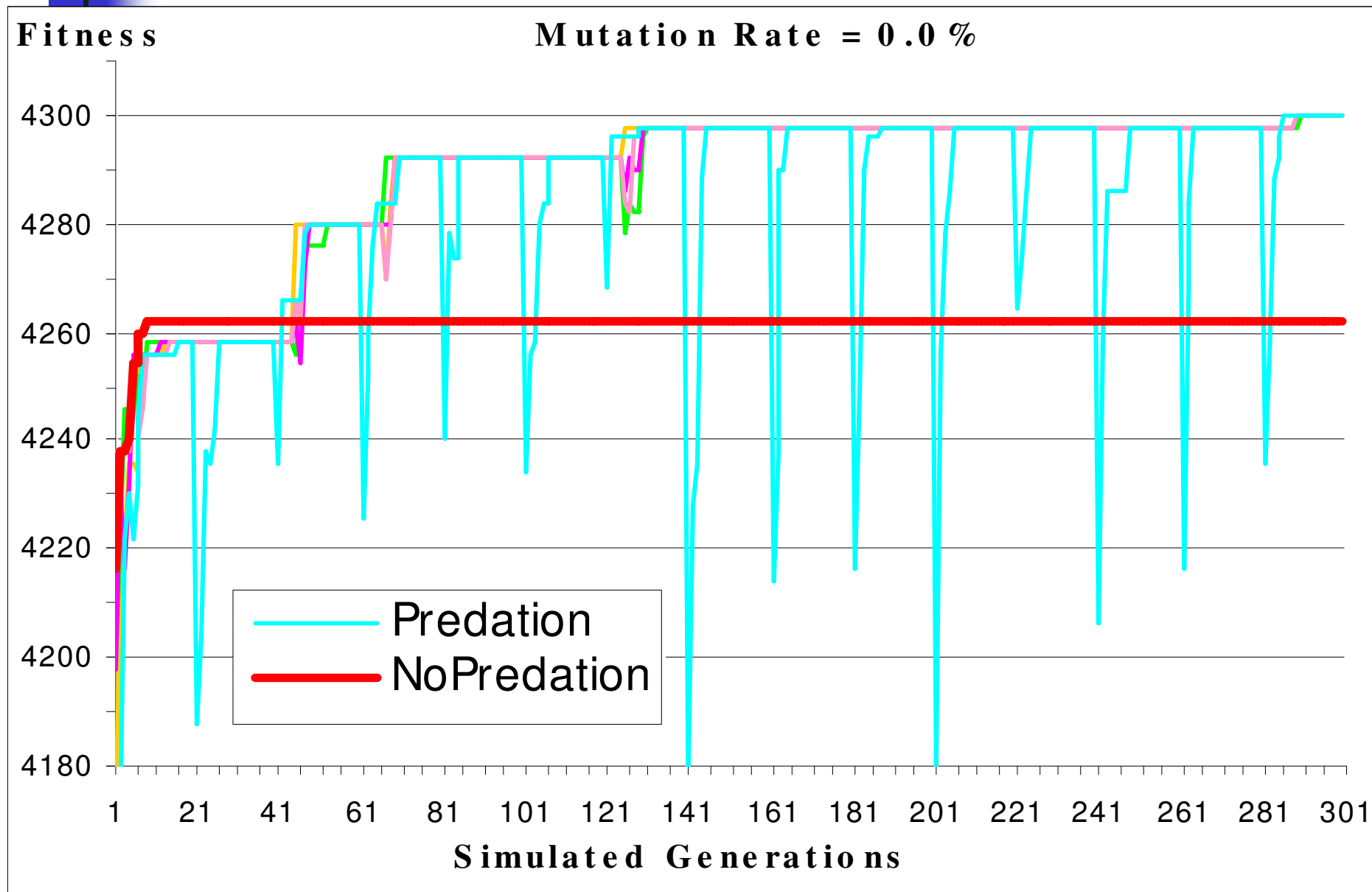




## ■ Robôs Reais

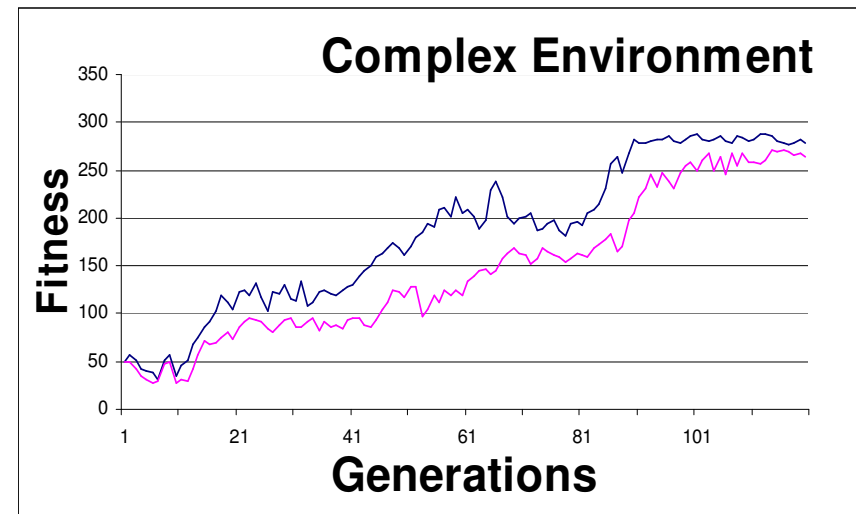
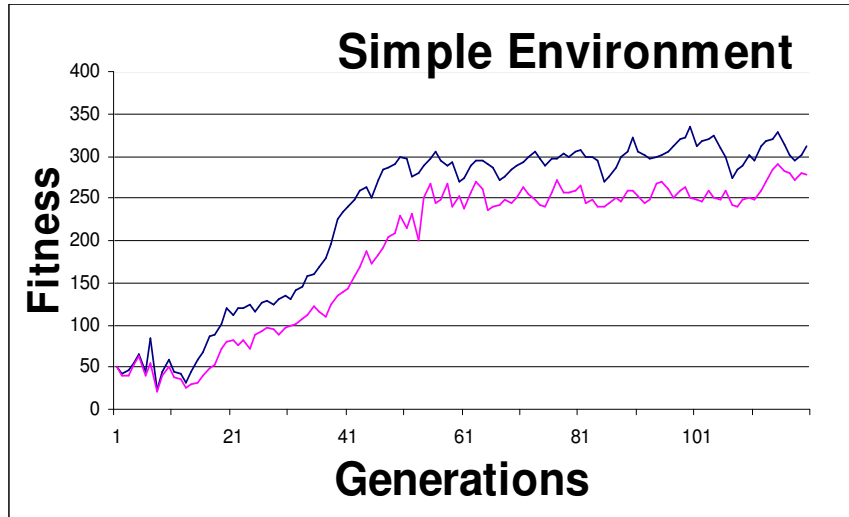


# Predação



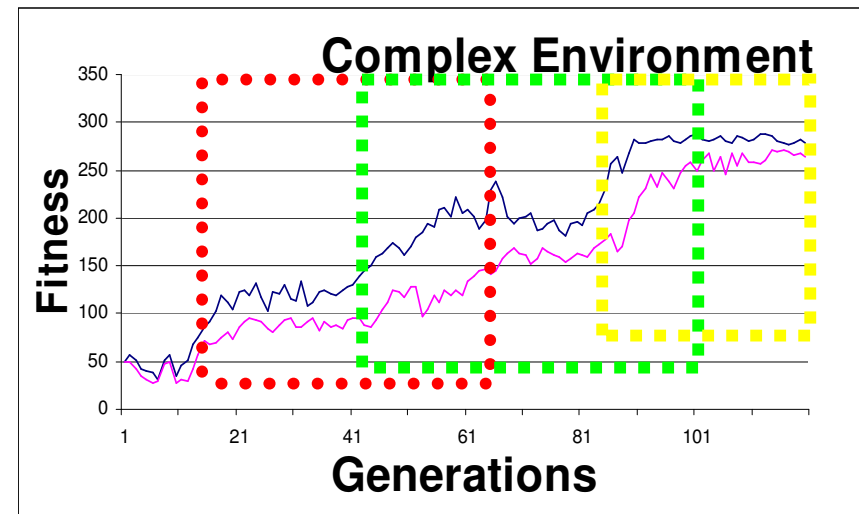
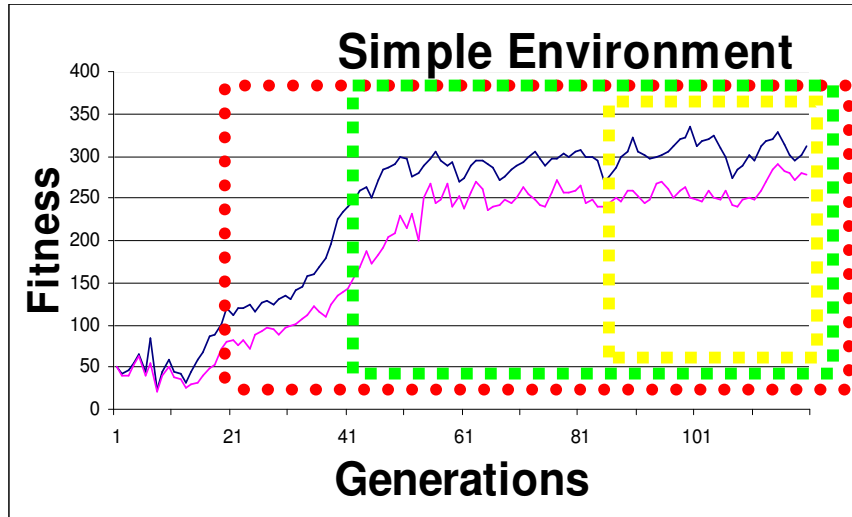


# Competição entre Espécies



- 120 Gerações: (1 min.)
- Pontuação do — Melhor Robô
- Média da População

# Competição entre Espécies



- Espécie 1** – Um sensor frontal
- Espécie 2** – Dois sensores, um frontal e outro lateral
- Espécie 3** – Três sensores, um frontal e dois laterais



# Conclusão

---

- A Computação Evolutiva pode contribuir muito com Problemas Reais:

e.g. Robótica & Indústria

- Possibilita auto-programação de sistemas complexos
- Adaptatividade
- Evolução Contínua X Busca de Solução