

Robótica Evolutiva

uma População de Robôs Reais que
Fazem Amor e Geram Descendentes
Enquanto Aprendem a Realizar Tarefas

Eduardo Simões

Mestrado em Microeletrônica – UFRGS

Doutorado em Robótica – University of Kent at Canterbury, UK

Prof. Dr. Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – ICMC

<http://www.icmc.usp.br/~simoese/seminars>

email: simoese@icmc.usp.br

Pensamento:

“Quem acreditaria em uma Formiga em teoria?”

S. J. Gould, 1950

... Como se projeta uma Girafa?

... O que é Vida Artificial?

...”

Sumário

1- Computação Evolutiva

1.1 – Conceito

1.2 – Inspiração na Natureza

1.3 – O Papel da Computação Evolutiva

1.4 – Redes Neurais Artificiais

2- Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica

2.1 – Robótica Evolutiva

2.2 – Implementação

2.3 – Primeiros Experimentos

2.4 – Análise dos Dados Experimentais

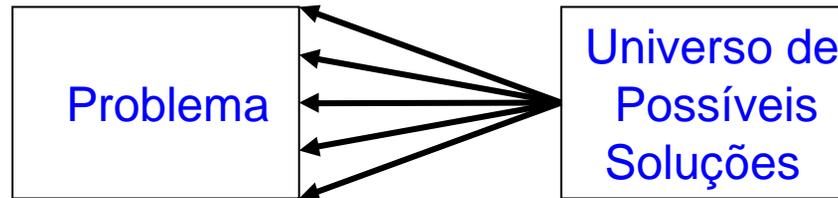
2.5 – Predação

3- Conclusões

1- Computação Evolutiva

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Sistemas de Computação Tradicionais:

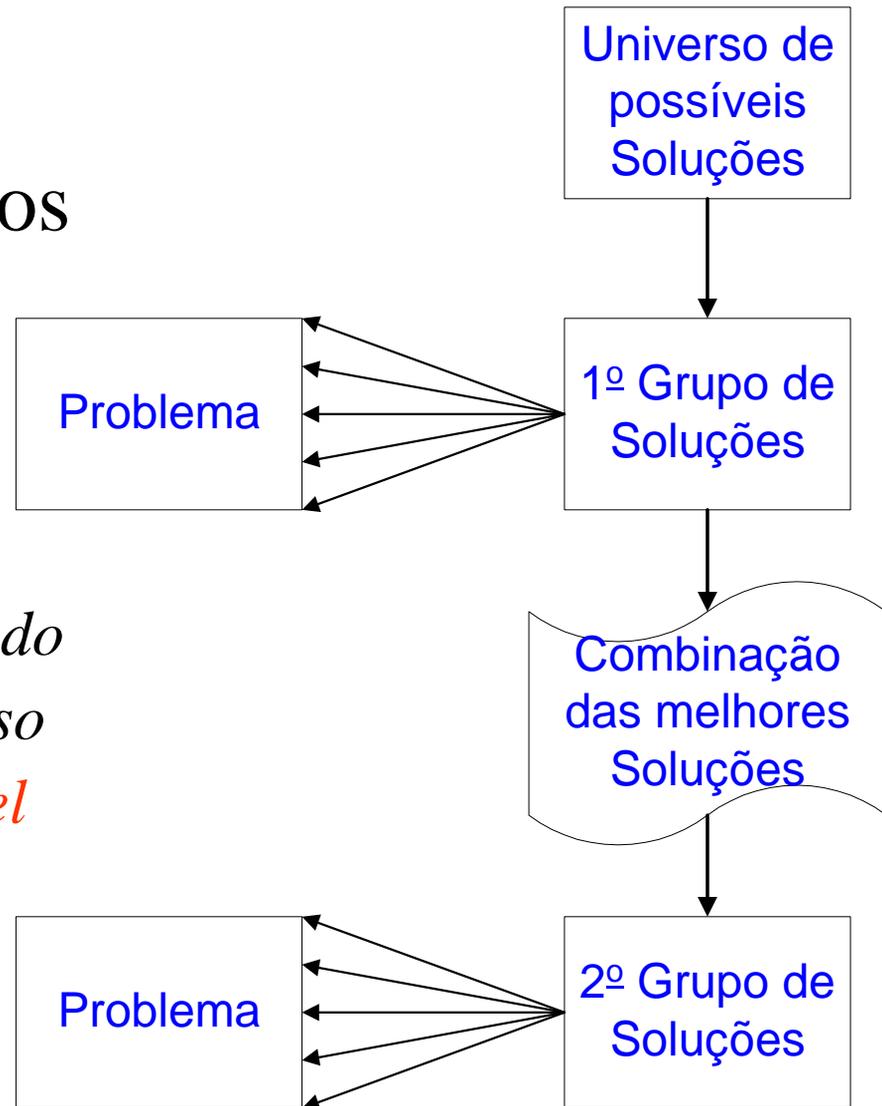


→ Tentar exaustivamente *todas as possíveis soluções* e escolher a mais adequada

1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Algoritmos Genéticos

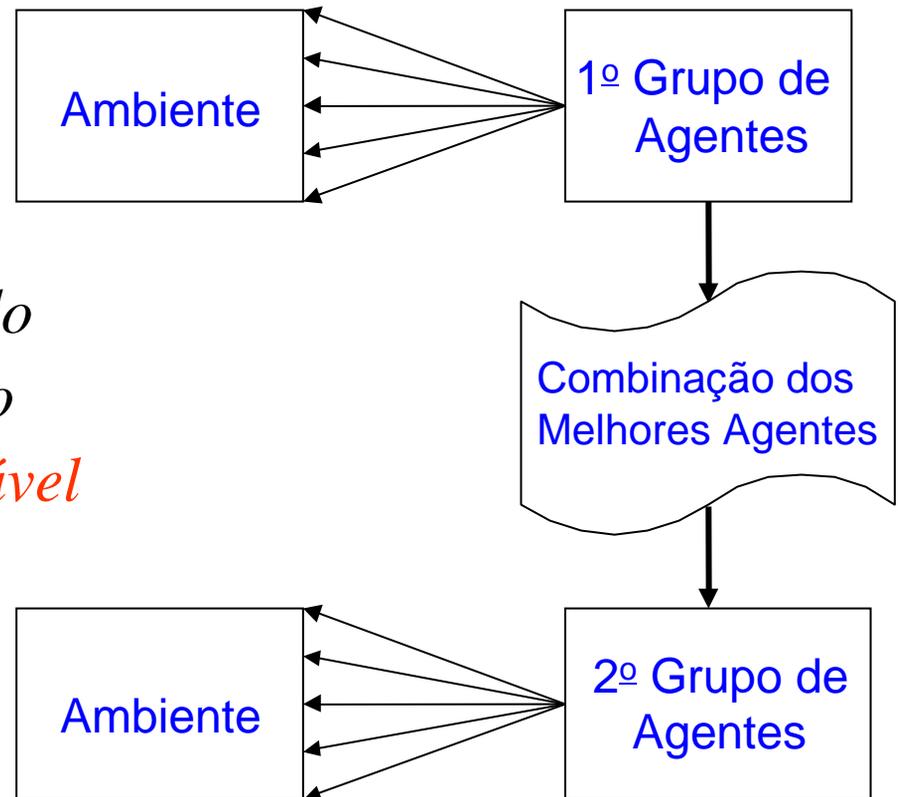
→ *Teste de um critério definido e interrompimento do processo quando uma **solução aceitável** é produzida.*



1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ Computação Evolutiva

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



1.1- Computação Evolutiva: Conceito

■ 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 esse comportamento

1.2- Inspiração na Natureza

Busca de inspiração na natureza:

- **Nível Microscópico (Molecular):**
 - Algoritmos Genéticos

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

1.2- Inspiração na Natureza

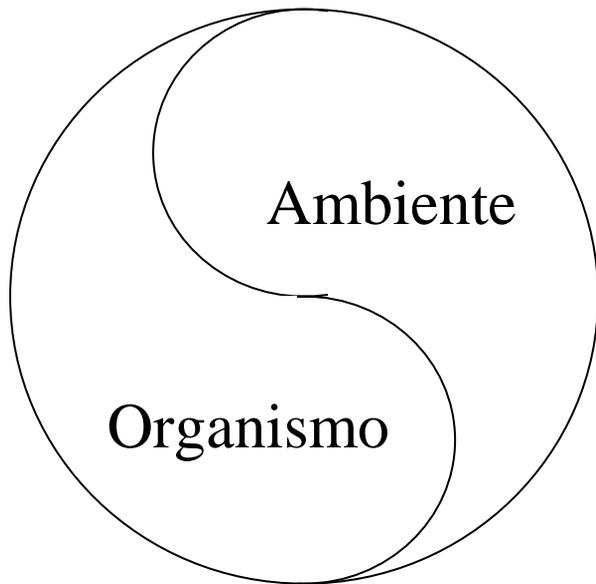
Interação entre Organismo e Ambiente:

- 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)

1.3- O Papel da Computação Evolutiva

Evolução através da Seleção Natural



Características:

- Tamanho;
- Cor da Pele...

Mecanismos de Estímulo-Resposta:



1.3- O Papel da Computação Evolutiva

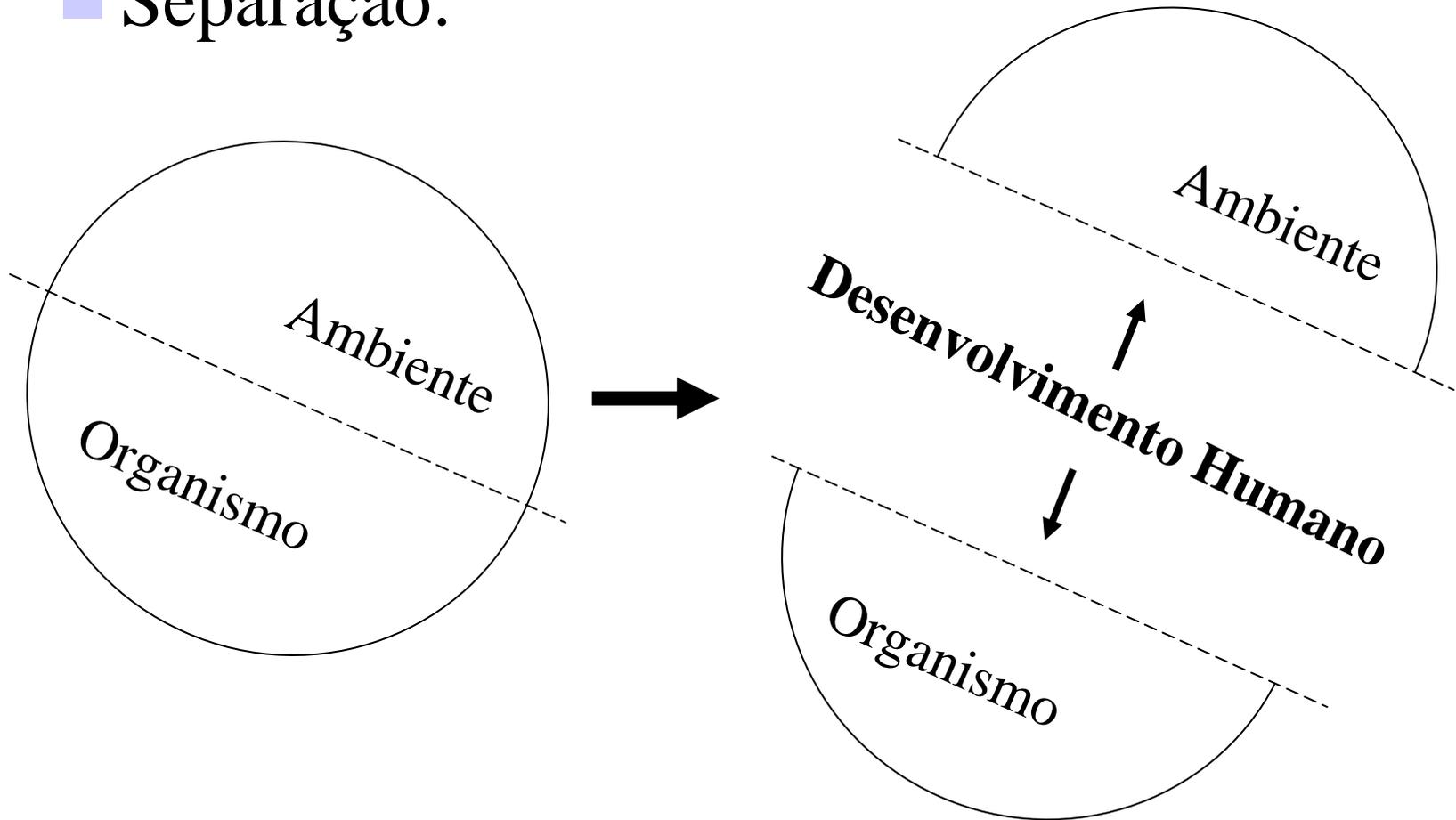
■ O Aparecimento da Inteligência:

- Biologia: Mecanismos → neurônios, cérebro...
- Psicologia: Mecanismos → cognição
- Informática: Modelos de Inteligência Artificial

→ *Suprema Ferramenta para a Sobrevivência*

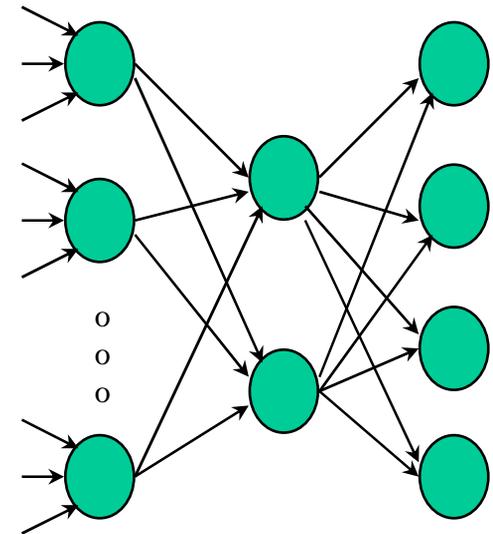
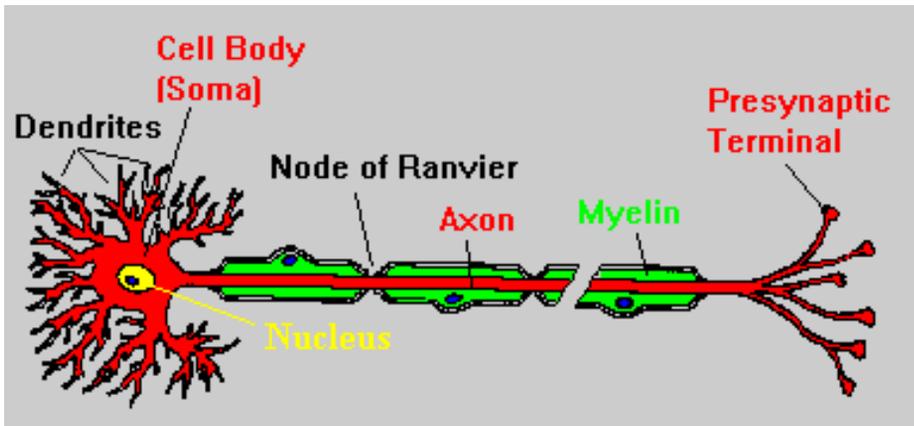
1.3- O Papel da Computação Evolutiva

■ Separação:



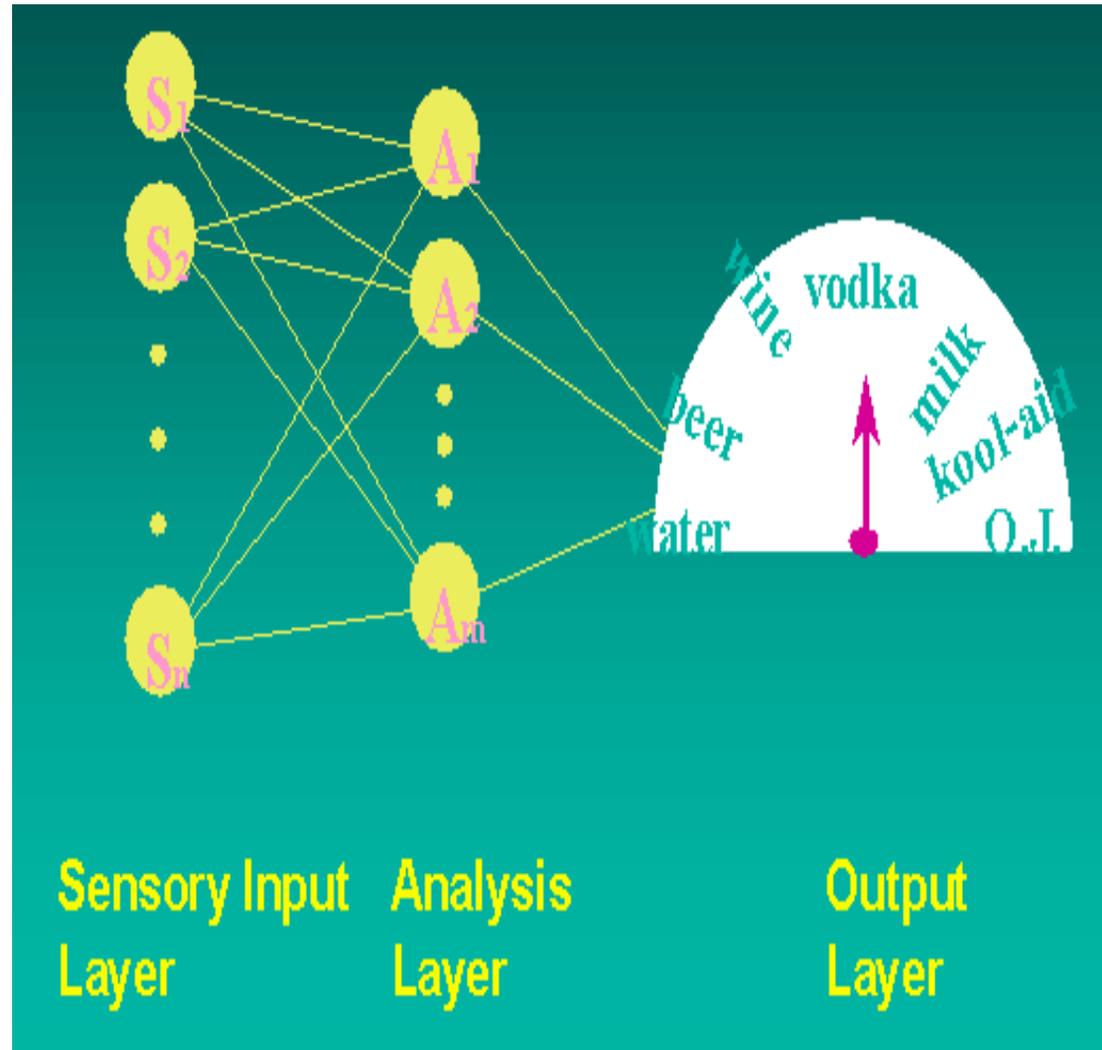
1.4- Redes Neurais Artificiais

- Redes Neurais Artificiais
(cérebro dos Robôs):



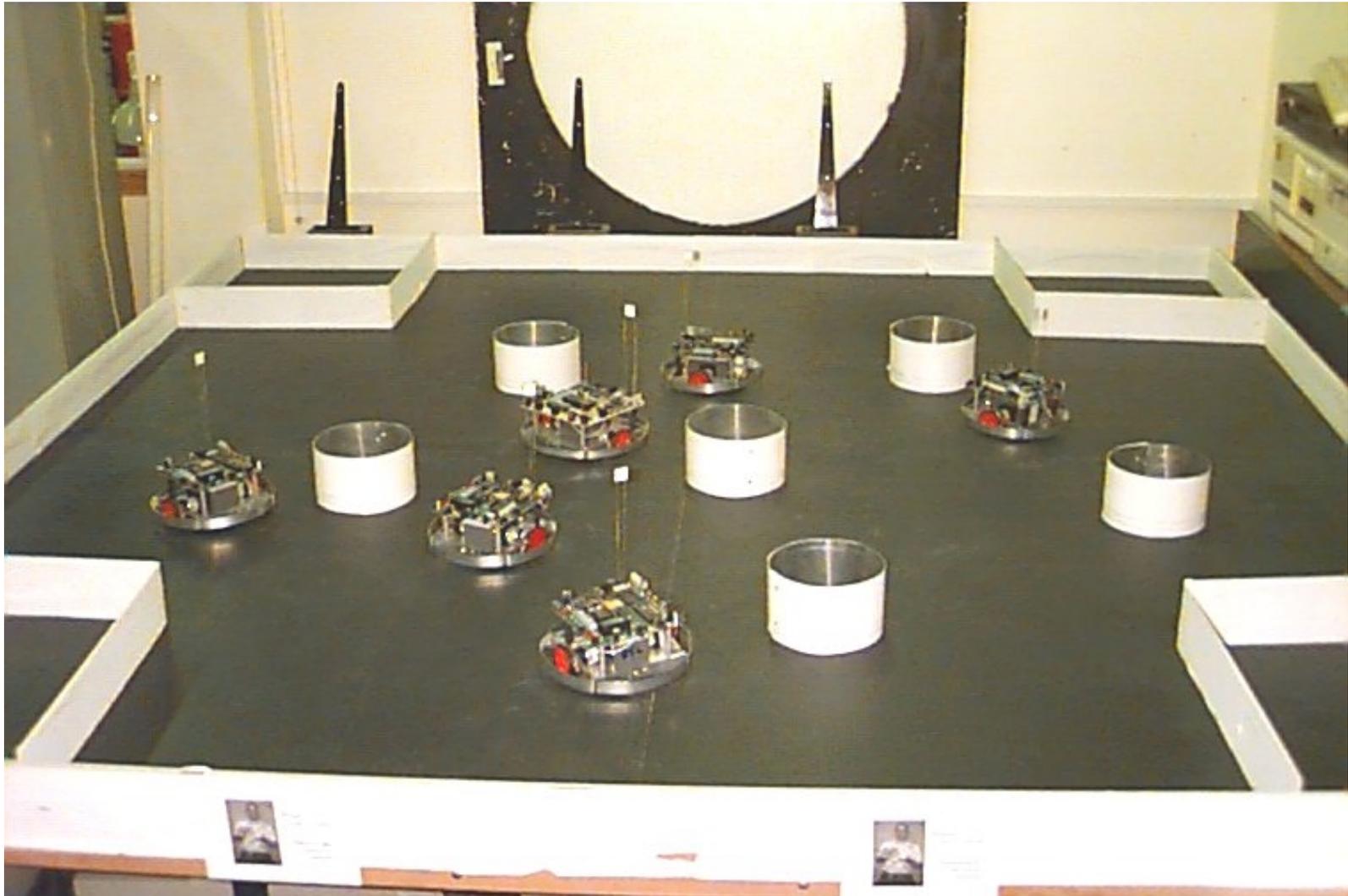
1.4- Redes Neurais Artificiais

- Modelos inspirados na organização do cérebro
- Aprendizado e Teste
- Generalização e Classificação



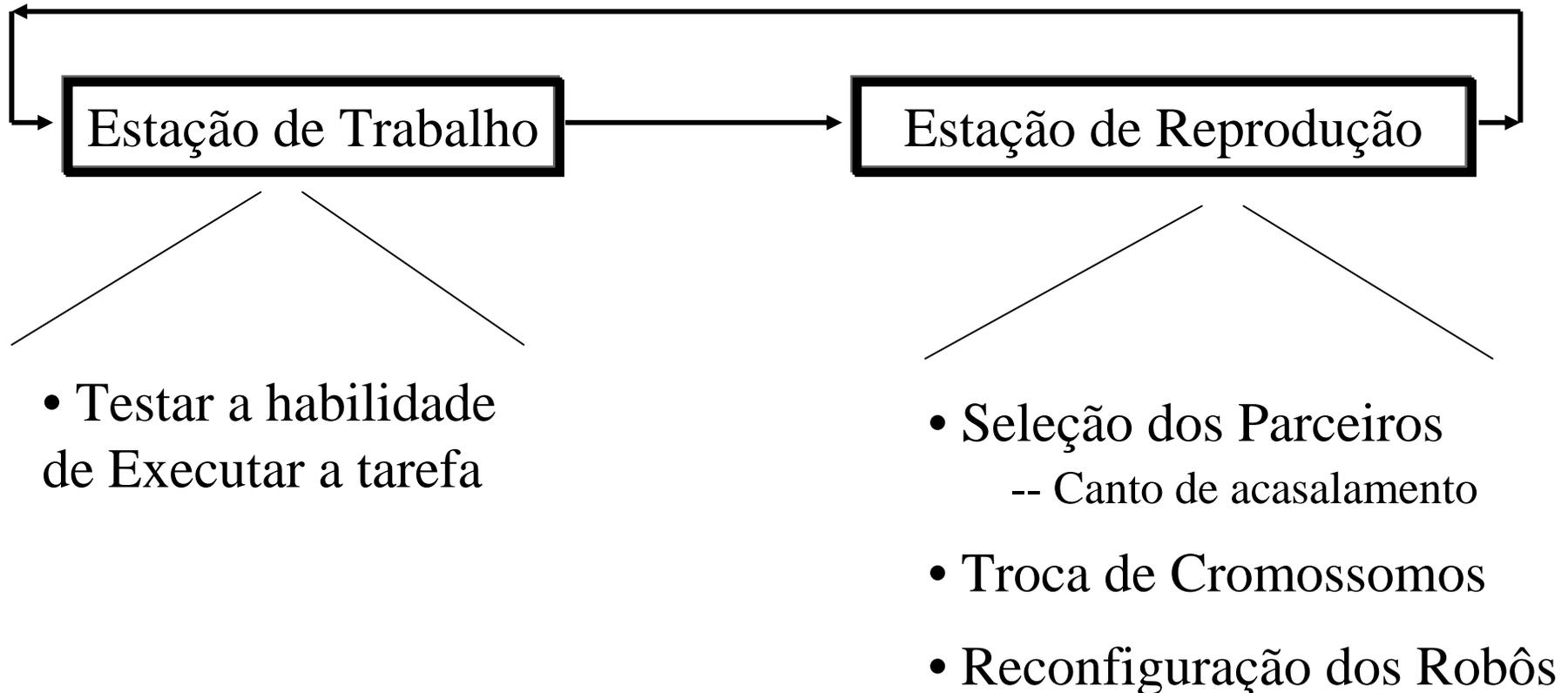
2- Aplicações da Computação Evolutiva na Robótica

2.1- Robótica Evolutiva

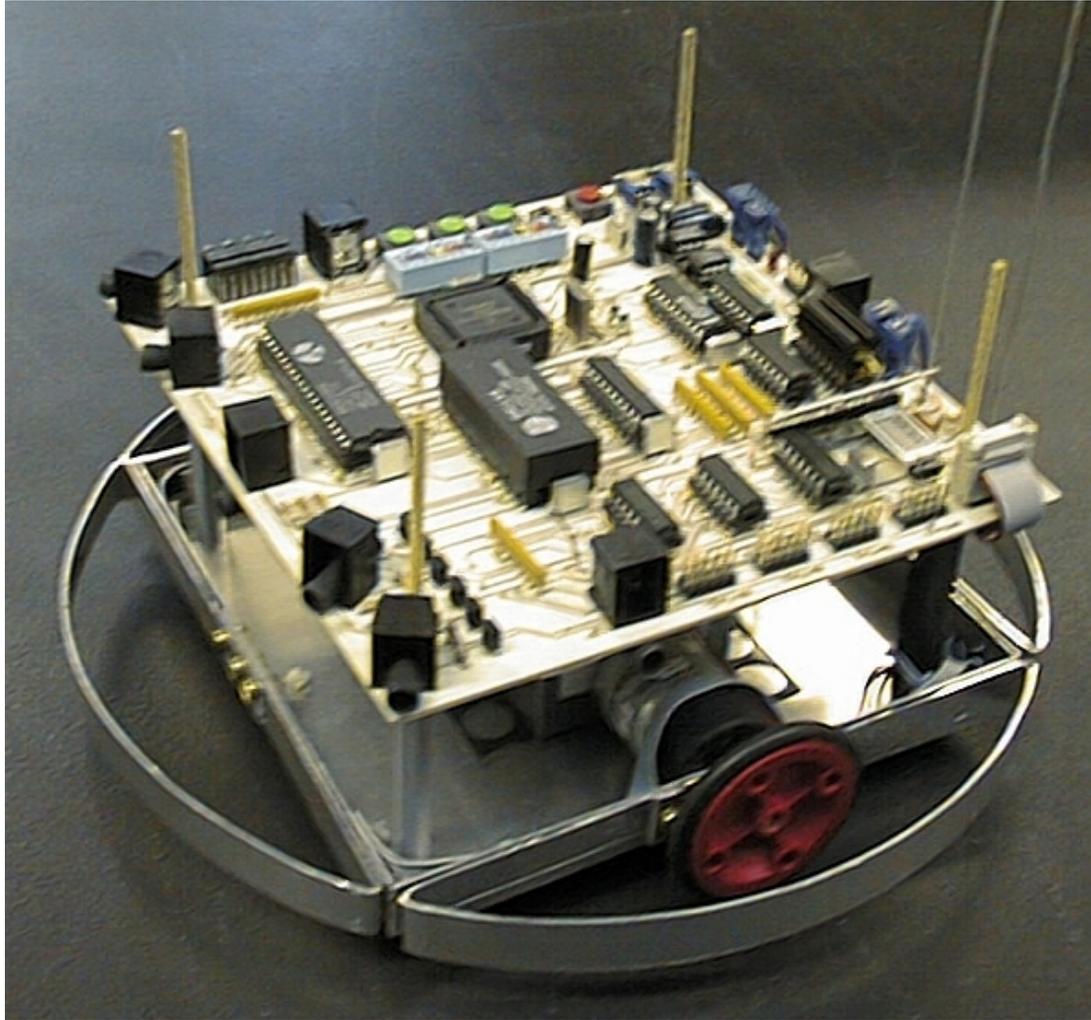


2.1- Robótica Evolutiva

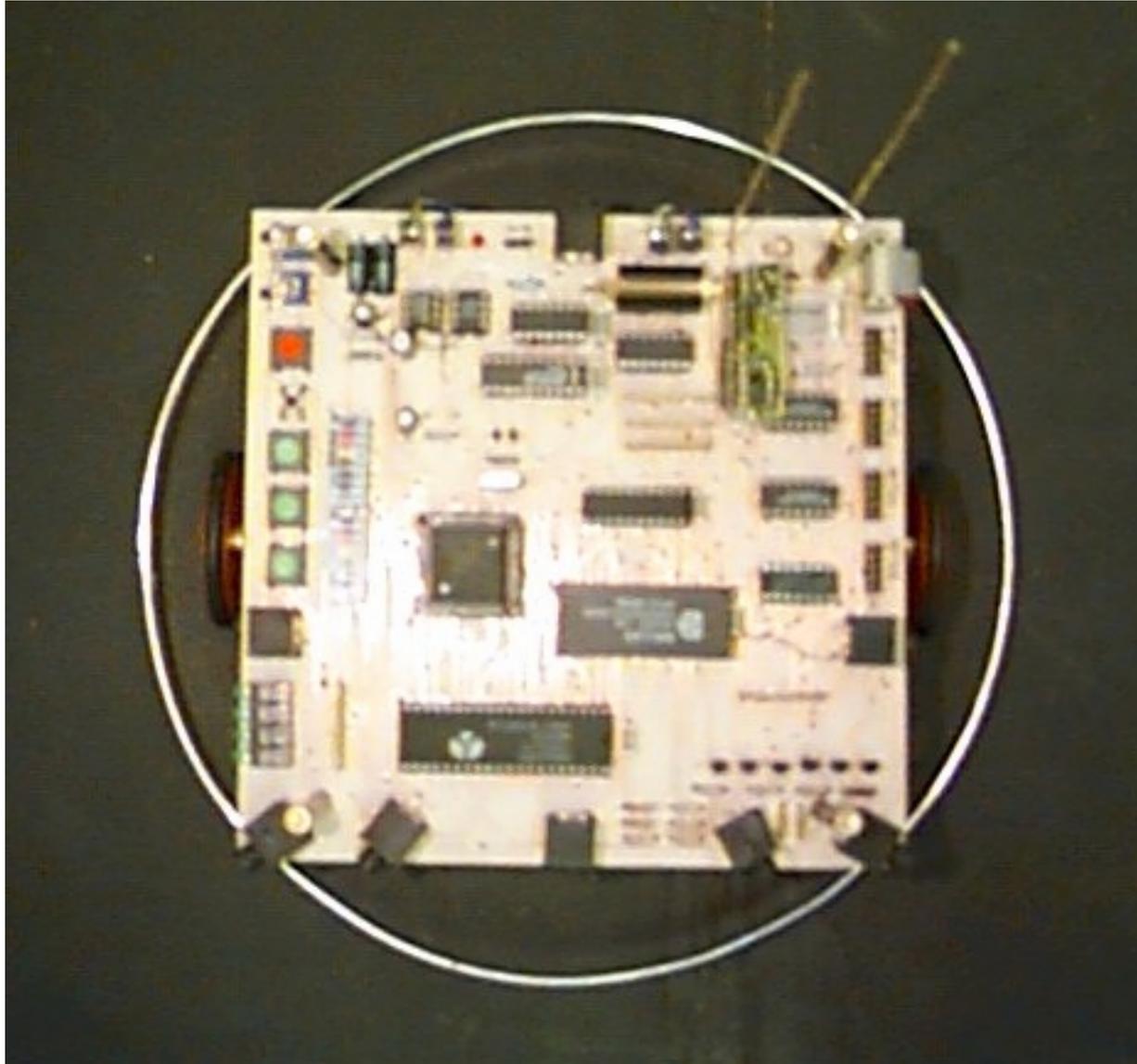
Processo Evolucionário:



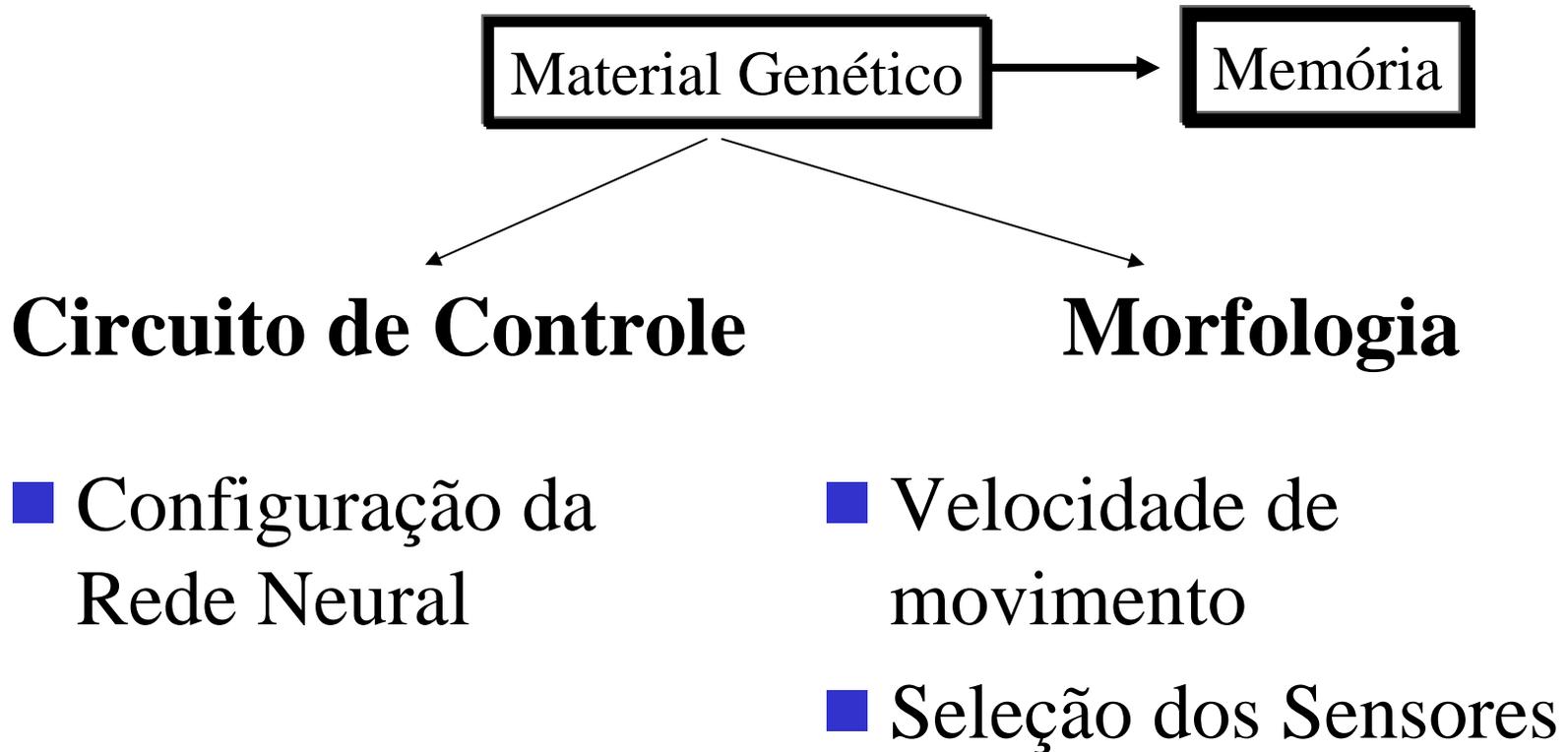
2.1- Robótica Evolutiva



2.1- Robótica Evolutiva

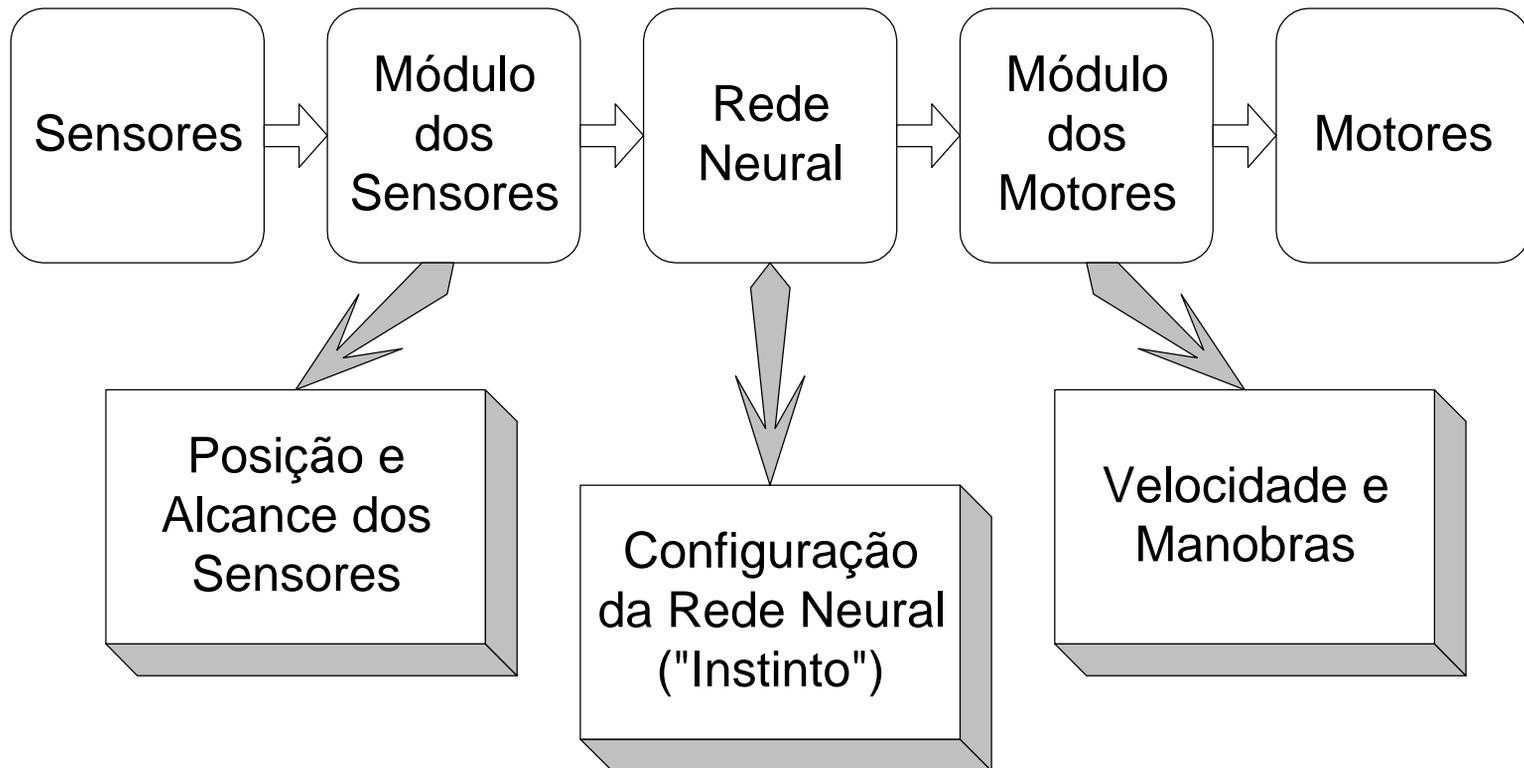


2.1- Robótica Evolutiva



2.2- Implementação

■ Arquitetura do Robô



2.2- Implementação

■ Controle por Solução Tradicional

Left = Right = 0;

If (Sensor4=1) then Left = Left + 1;

If (Sensor3=1) then Left = Left + 1;

If (Sensor2=1) then Left = Left + 1;

If (Sensor6=1) then Right = Right + 1;

If (Sensor7=1) then Right = Right + 1;

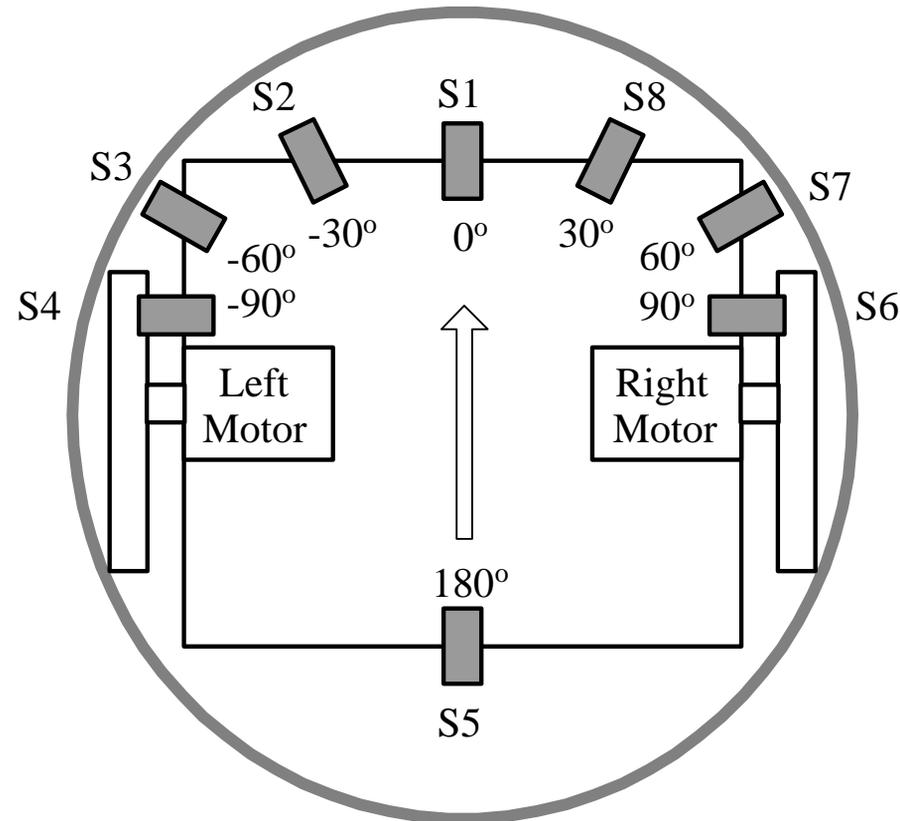
If (Sensor8=1) then Right = Right + 1;

If (Left > Right) then Command = TRS1;

If (Left = Right) then Command = FF;

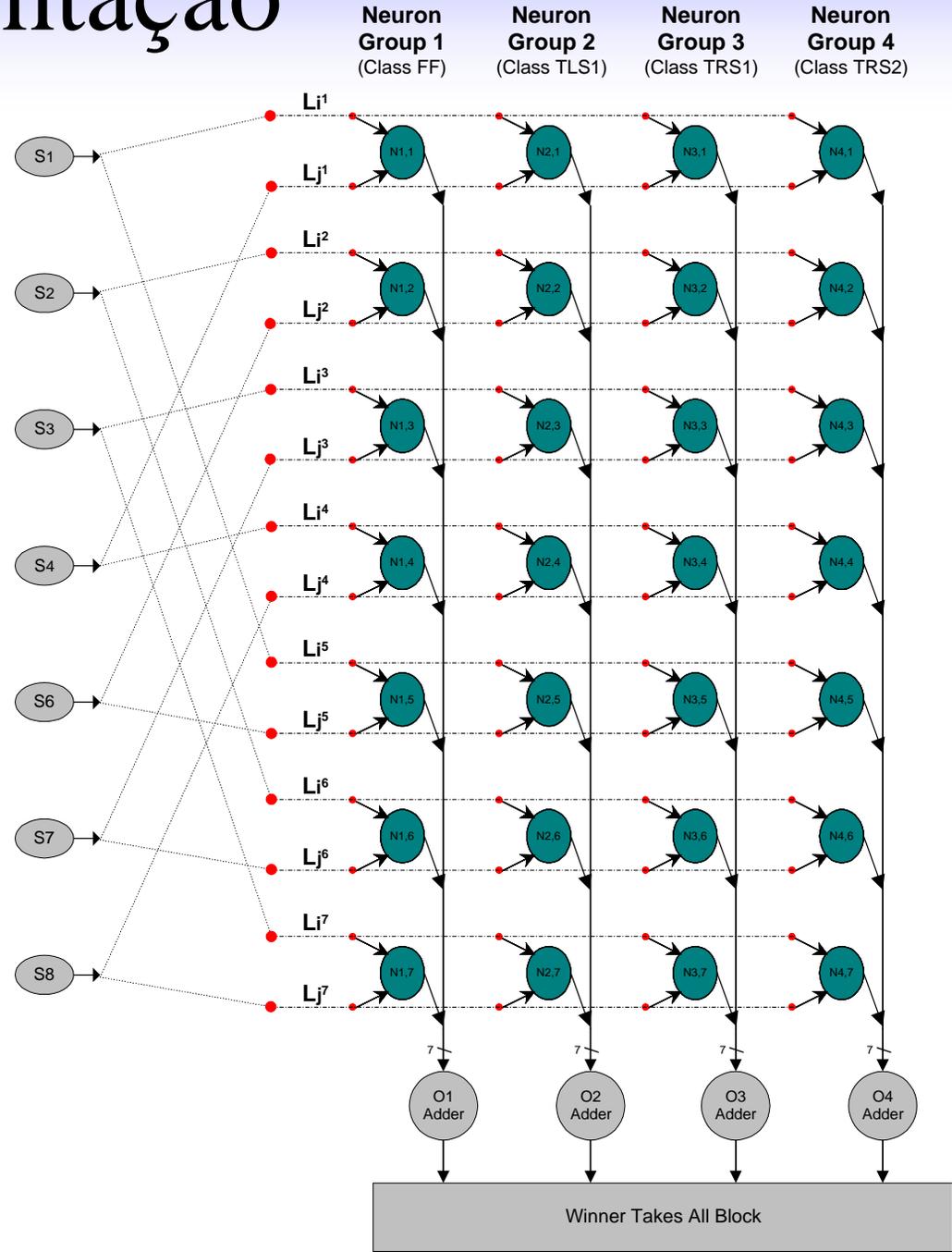
If (Left < Right) then Command = TLS1;

If (Sensor1=1) then Command = TRS2;



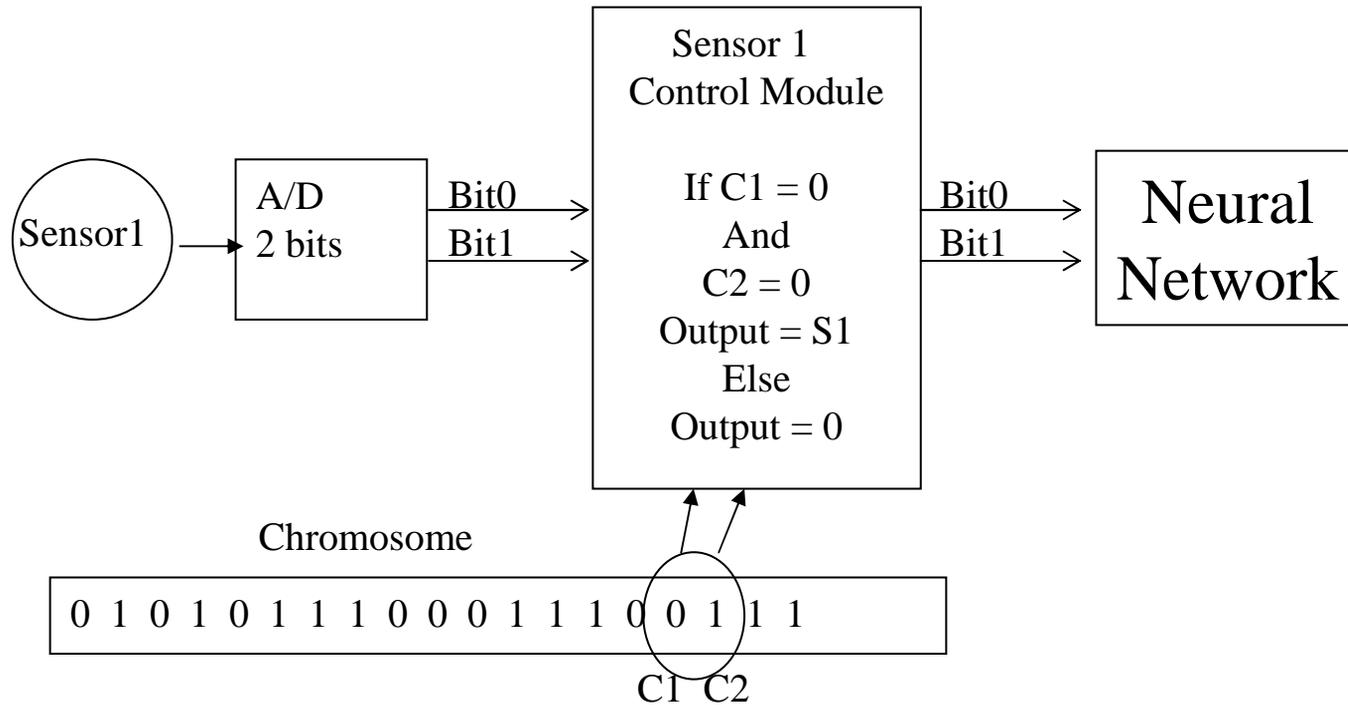
2.2- Implementação

■ Controle por Rede Neural



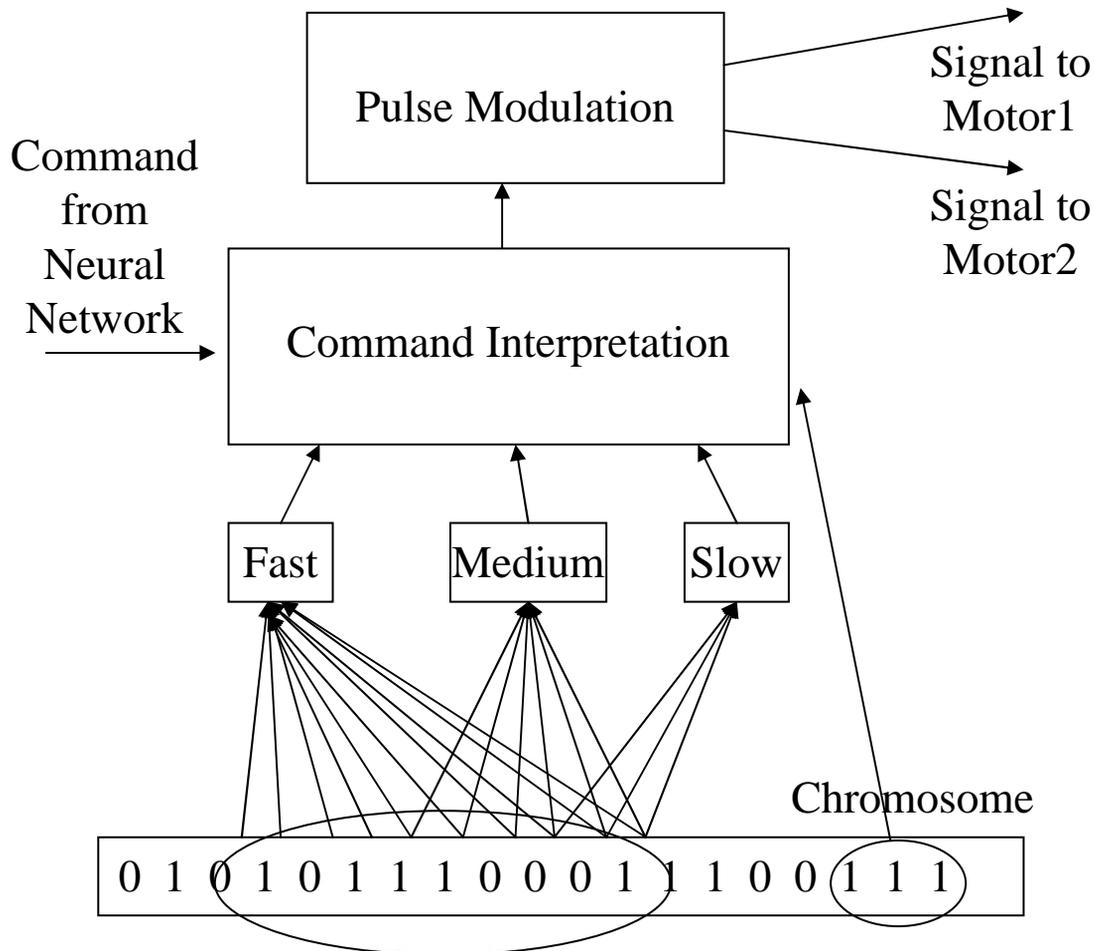
2.2- Implementação

Sensor Control Module



2.2- Implementação

Motor Control Module



2.2- Implementação

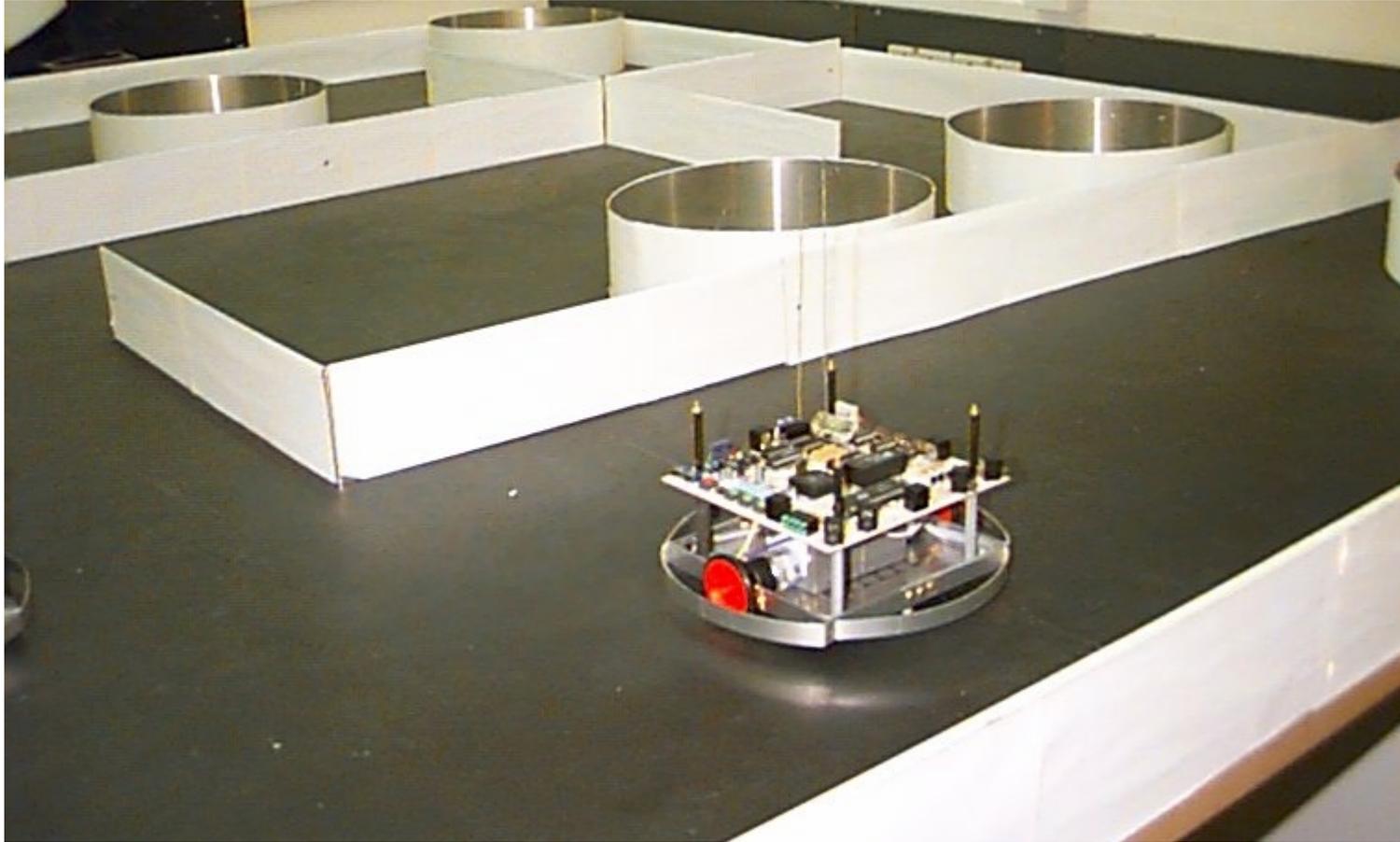
■ Função de *Fitness*

1- *Começa com 5000 pontos;*

2- *Recompensa: + 1 pontos para cada 1 seg. de movimento à Frente;*

3- *Punição: - 10 pontos a cada colisão.*

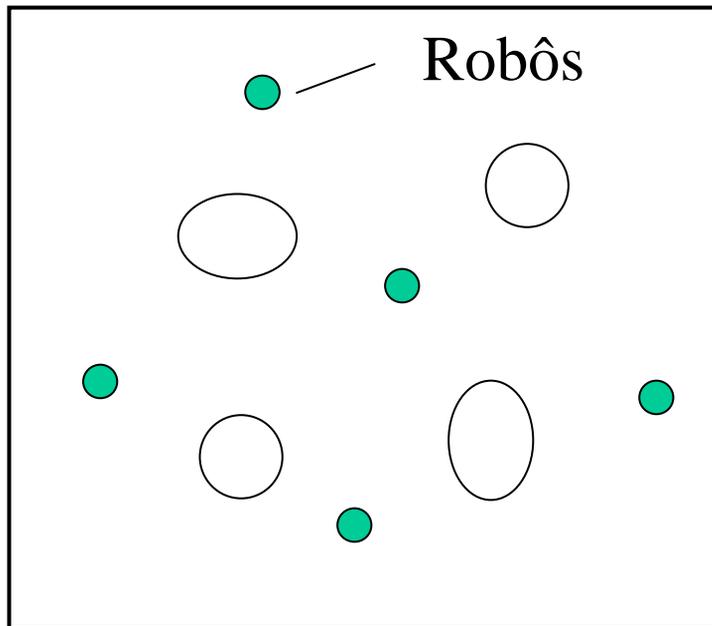
2.3- Primeiros Experimentos



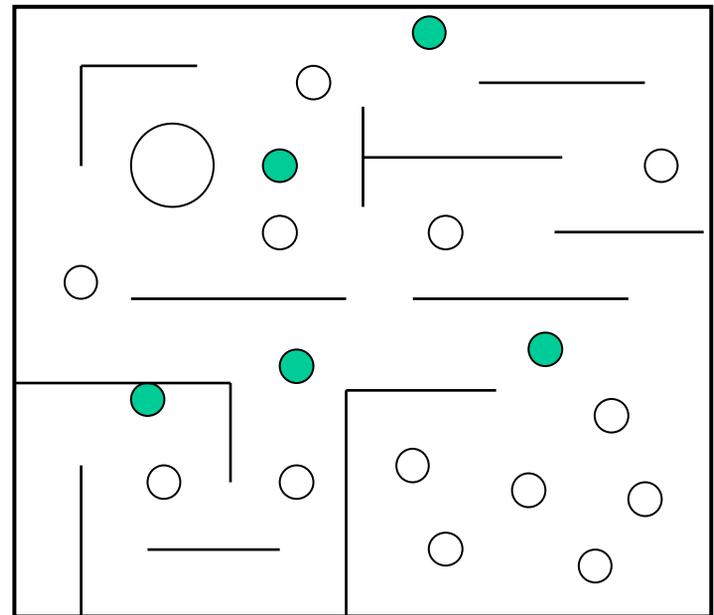
2.3- Primeiros Experimentos

- Objetivo: Navegação sem Colisões

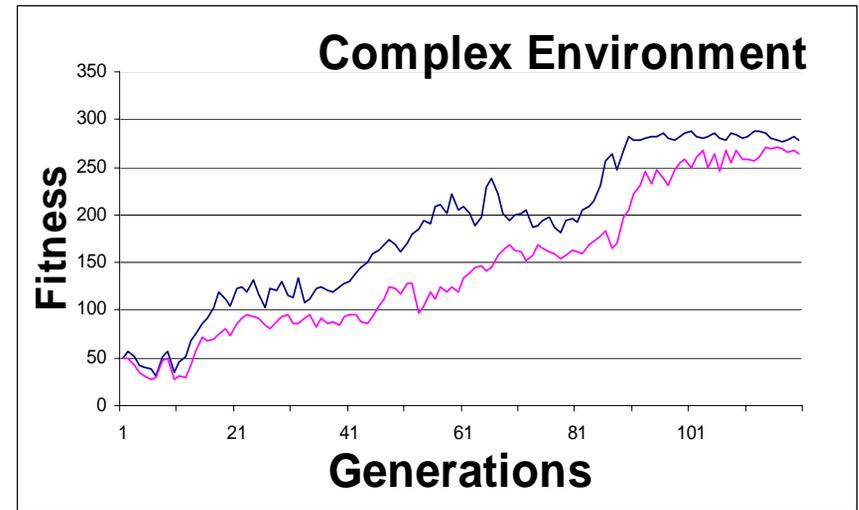
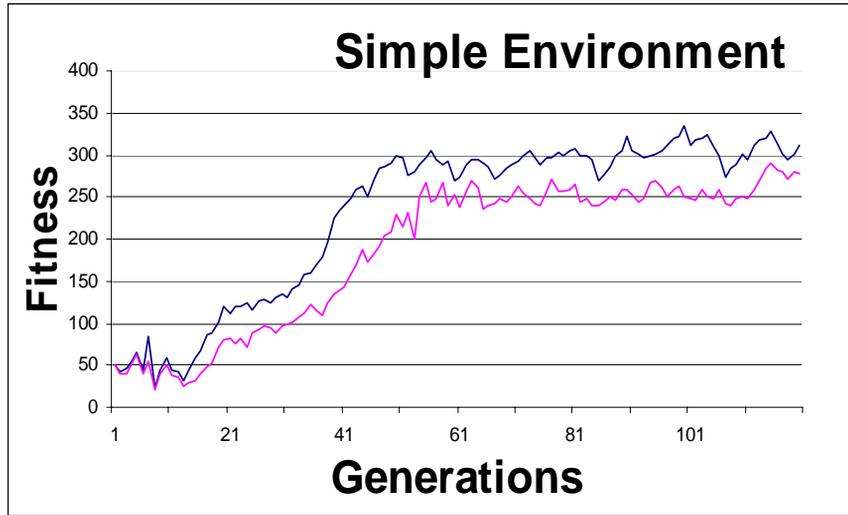
Simple



Complexo



2.3- Primeiros Experimentos



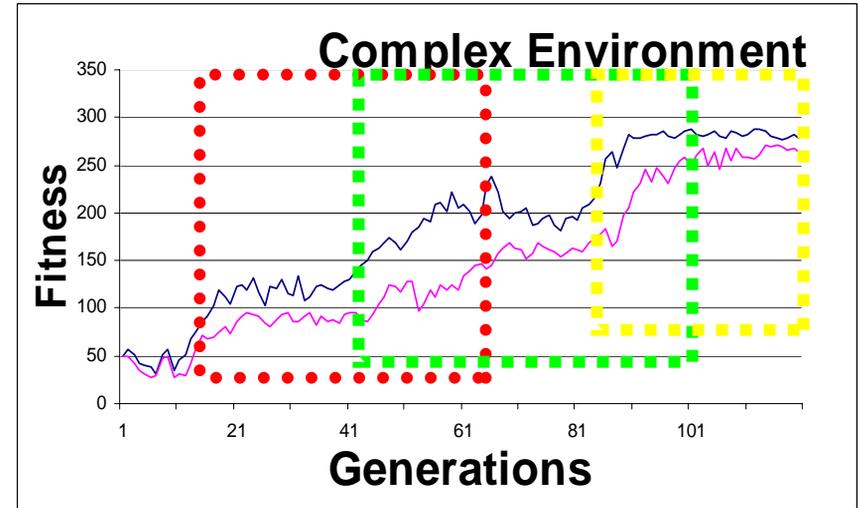
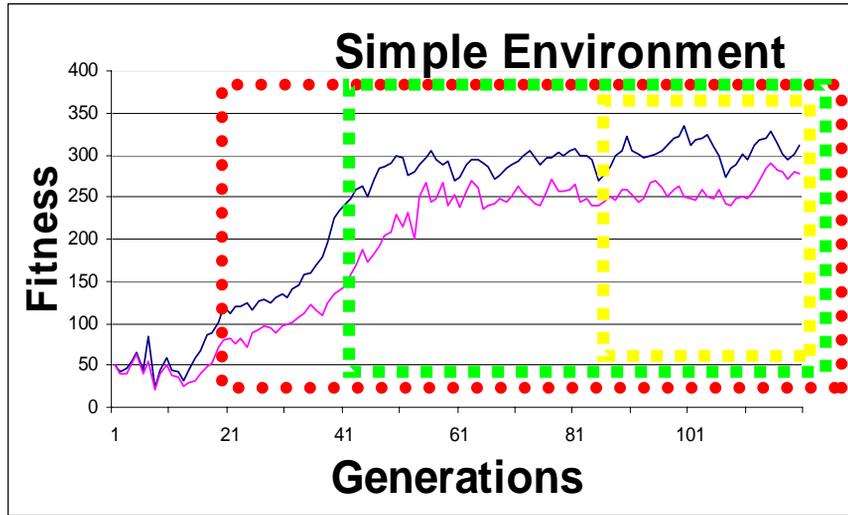
■ 120 Gerações: (1 min.)

■ Pontuação do

— Melhor Robô

— Média da População

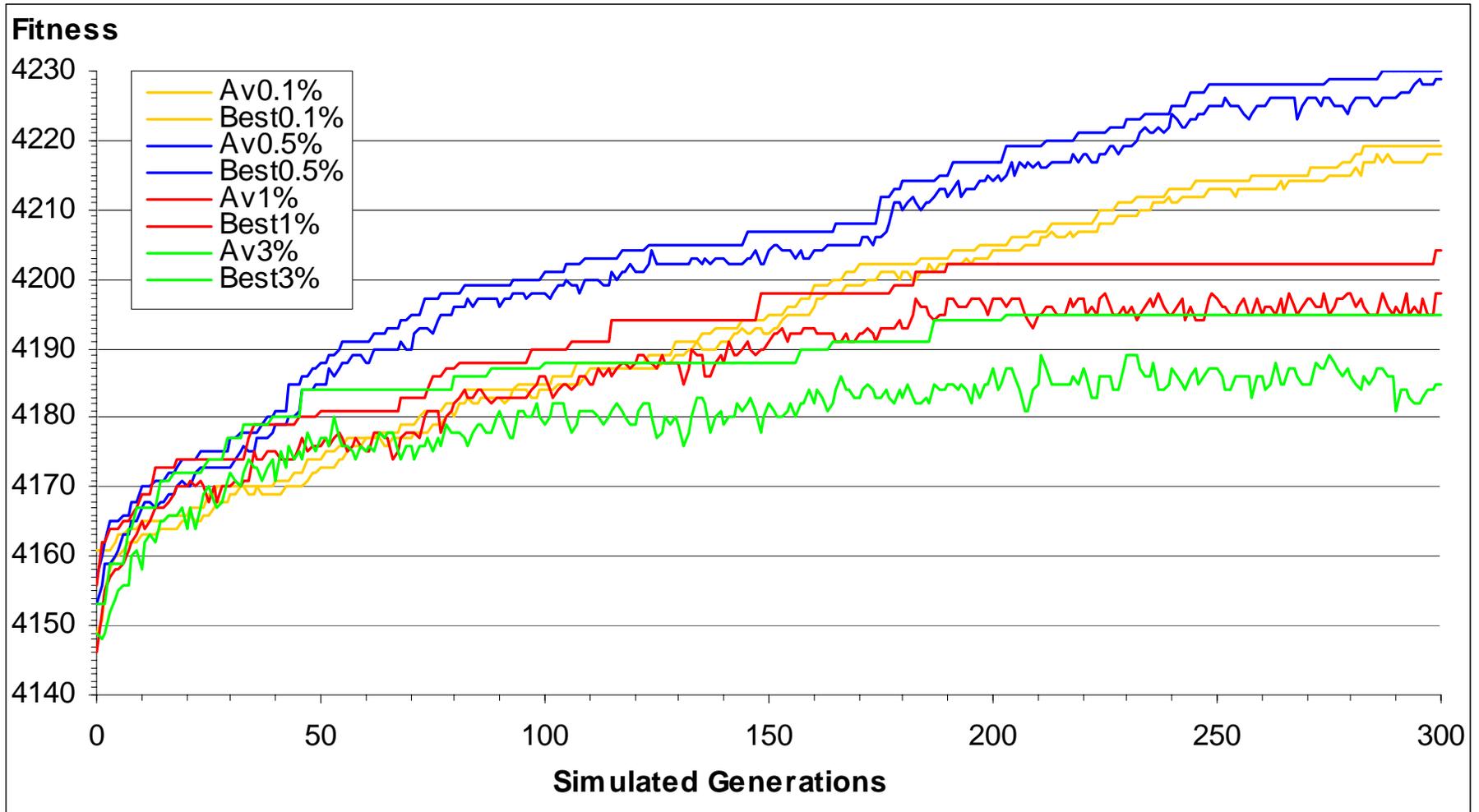
2.3- Primeiros Experimentos



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

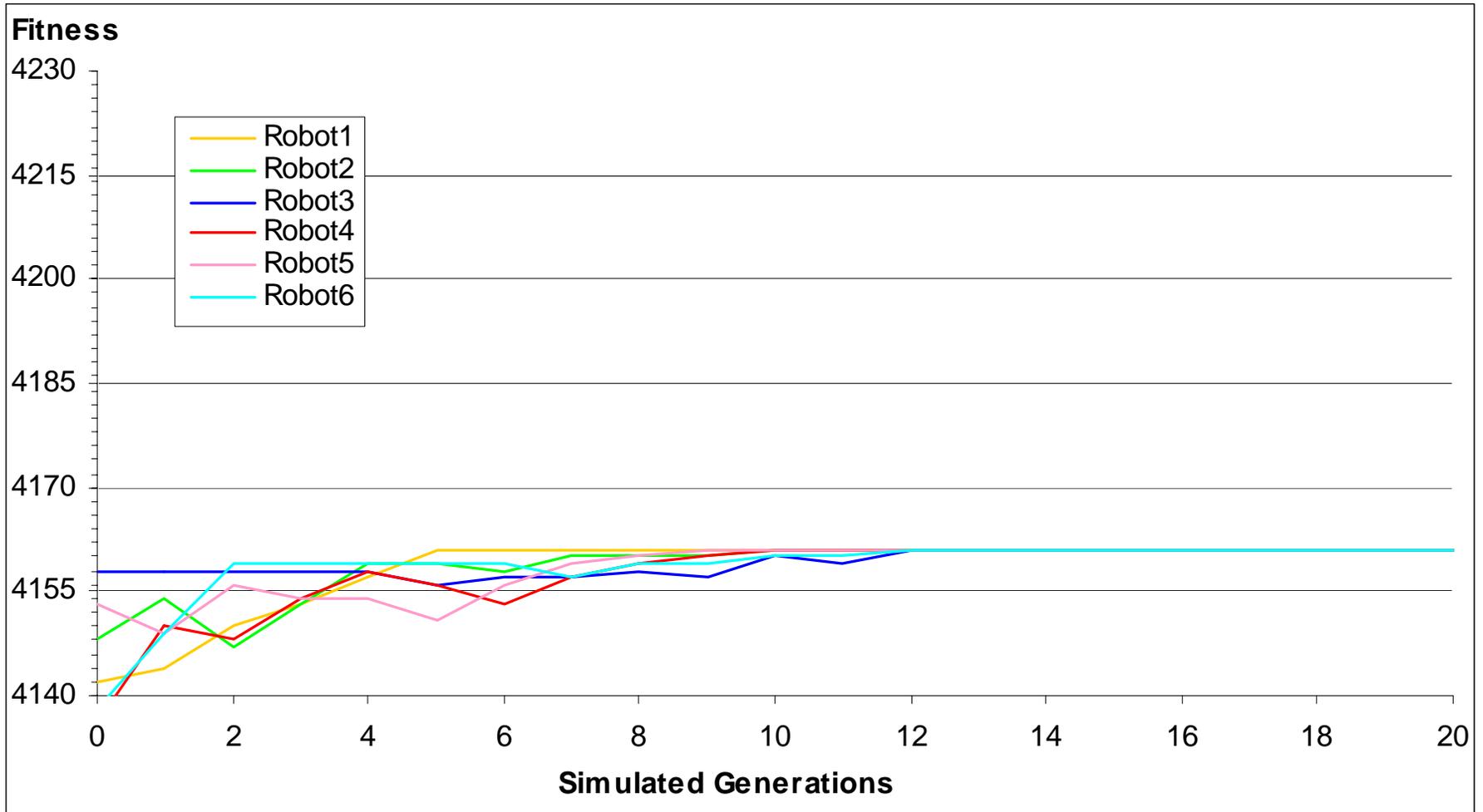
2.4- Analise dos Dados Experimentais

■ Efeito da Mutação:

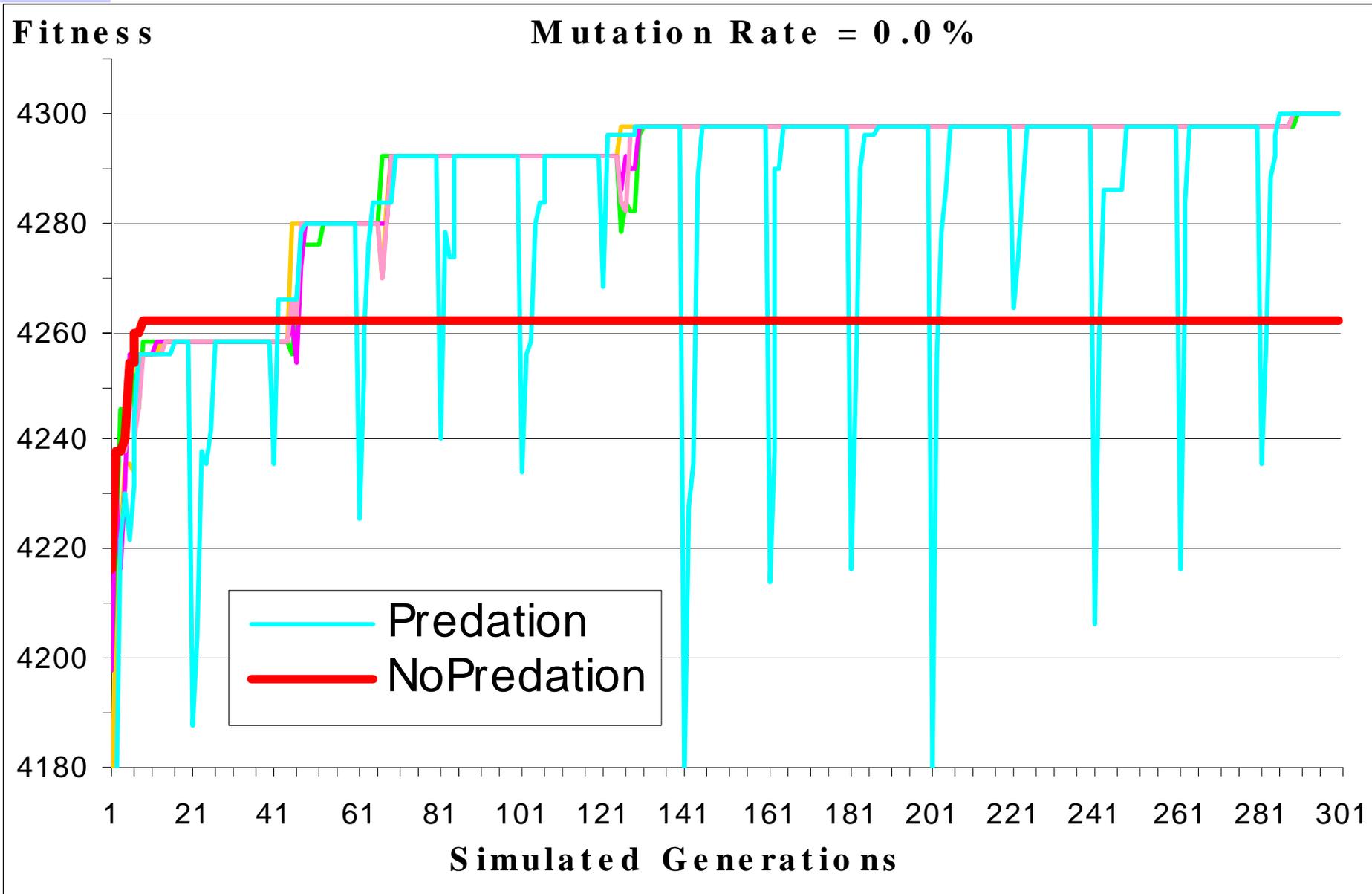


2.4- Analise dos Dados Experimentais

■ Efeito da Mutação:



2.5- Predação



3- Conclusão

3- Conclusão

- A Computação Evolutiva pode contribuir muito com a Robótica
 - Evolução Contínua X Busca de Solução
 - Produz soluções aceitáveis para problemas de navegação e desvio de obstáculos
 - Possibilita auto-programação de sistemas complexos
 - Construção de infraestrutura para realização de experimentos com 40 robôs móveis autônomos
 - Construção de um time de futebol contendo 5 robôs

FIM

Cópia das transparências e referências bibliográficas podem ser obtidas no site:

<http://www.icmc.usp.br/~simoese/seminars>

email: simoese@icmc.usp.br