

# Computação Natural

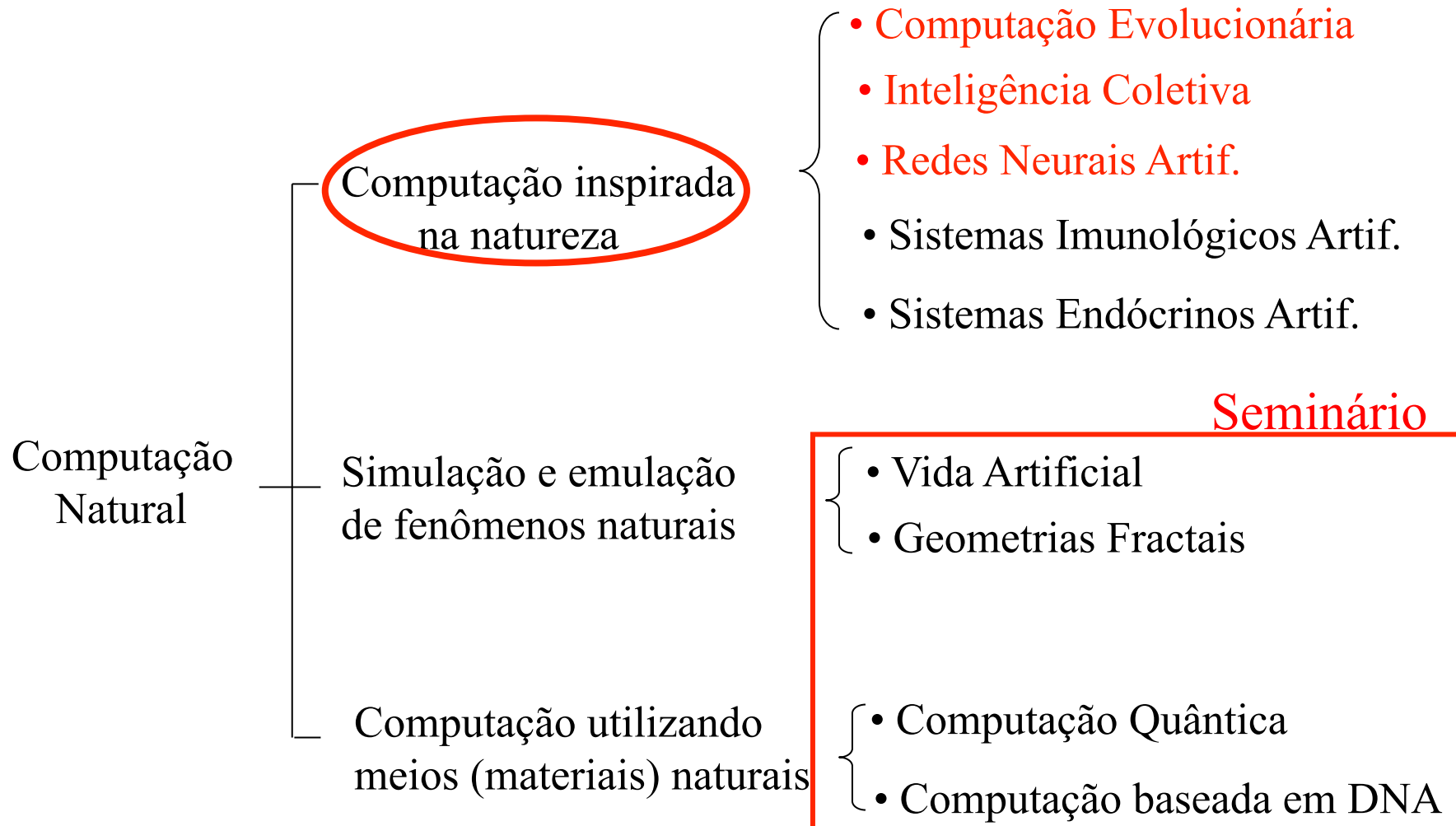
Gisele L. Pappa  
glpappa@dcc.ufmg.br

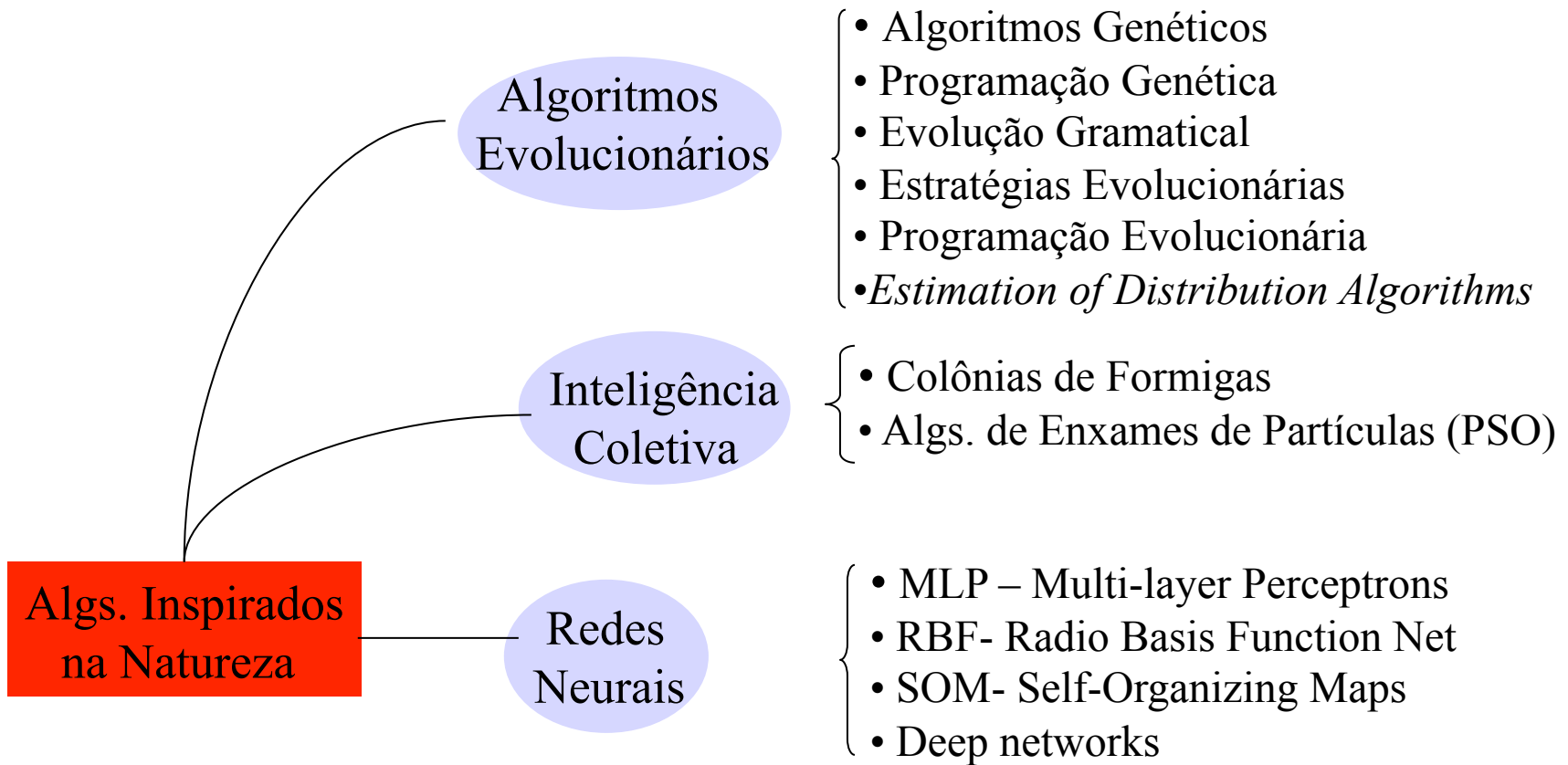
# O que é Computação Natural?

- Natureza utilizada como fonte de inspiração ou metáfora para desenvolvimento de novas técnicas computacionais utilizadas para resolver problemas complexos
- Metáforas
  - Não necessariamente incluem todos os detalhes do sistema natural
  - Simplificações são necessárias

# O que é Computação Natural?

- Métodos estocásticos
- Não garantem que a solução ótima será encontrada, mas sim a quase-ótima.
- Grande maioria dos métodos apresenta uma maneira declarativa de resolver um problema (**o quê fazer**), em contraste com métodos procedurais (**como fazer**)





**Híbridos**

# Objetivos da disciplina

- Estudar os principais algoritmos de computação natural
- Comparar esses algoritmos de computação natural entre eles e com técnicas “não-naturais”
- Resolver problemas complexos utilizando computação natural, principalmente nas áreas de otimização e aprendizagem de máquina

# Avaliação

- 2 (30% - Pós) / 3 (50% - Grad) trabalhos práticos
  - Implementação (ou criação) de 2 algoritmos inspirados na natureza para solução de 2 problemas distintos
  - Um problema de otimização e outro de aprendizado
- 1 mini-projeto (30% - Pós)
  - Escolha do problema de acordo com interesse do aluno
  - Implementar um outro algoritmo para resolver esse problema ou adaptar os algoritmos dos TPs
  - Comparar a solução encontrada com um método “convencional”
  - Escrever um artigo e apresentar um seminário
- 1 seminário (10% - Pós e Grad)
- 1 prova (30% - Pós) / (40% - Grad)

# Material

- Todas informações relacionadas ao curso serão incluídas no Moodle (meta-turma Computação Natural)
- Não existe livro
  - *Clever Algorithms* (livro disponível no Moodle)
  - Indicação de artigos



# Quando usar CN ?

- **Cenário 1**

- Qual é o seu problema?

- ....

- Acho que a solução é um algoritmo inspirado na natureza.

- **Cenário 2**

- Acho que a solução é um algoritmo inspirado na natureza.

- ...

- Qual é o seu problema?

## Otimização não começou com CN...

- Nem sempre algoritmos naturais são a melhor alternativa para um problema de otimização
- Existe muita pesquisa em matemática e pesquisa operacional para encontrar soluções ótimas ou quase ótimas para diversos problemas
- Exemplo: cálculo é um ótimo método para otimização de funções

# Otimização de funções

- Problema: encontre os zeros da função  $y(x)=x^2-5x+6$
- Existe uma solução analítica para funções quadráticas:

$$y(x)=ax^2+bx+c=0 \qquad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

- E cúbicas :

$$y(x)=ax^3+bx^2+cx+d=0 \qquad \text{Fórmula não trivial!}$$

- E quárticas :

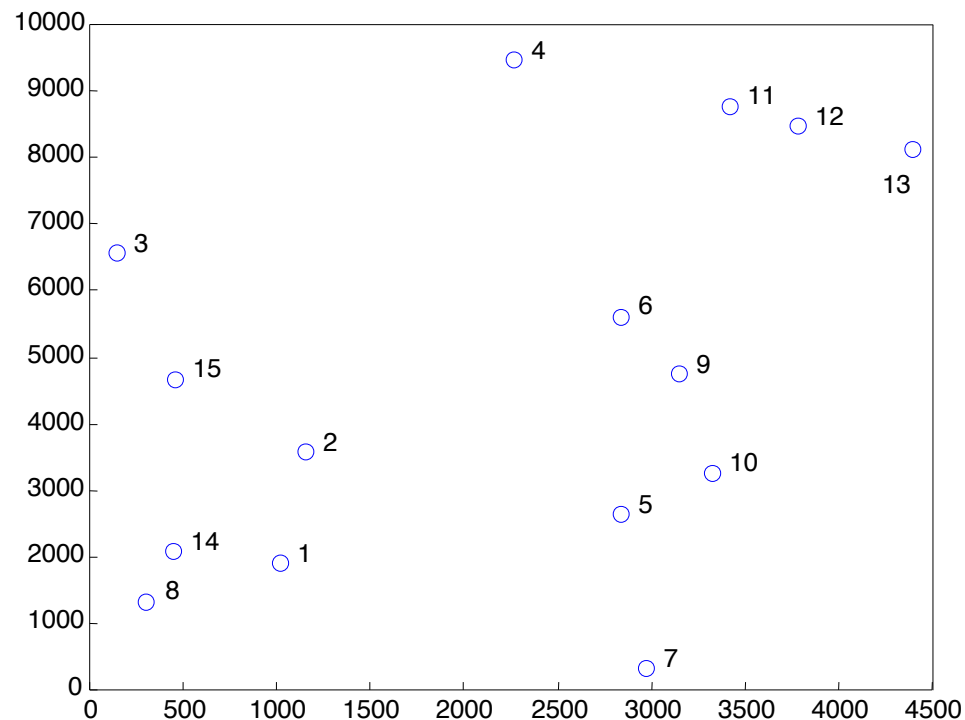
$$y(x)=ax^4+bx^3+cx^2+dx+e=0 \qquad \text{Fórmula não trivial!}$$

- E quánticas?????

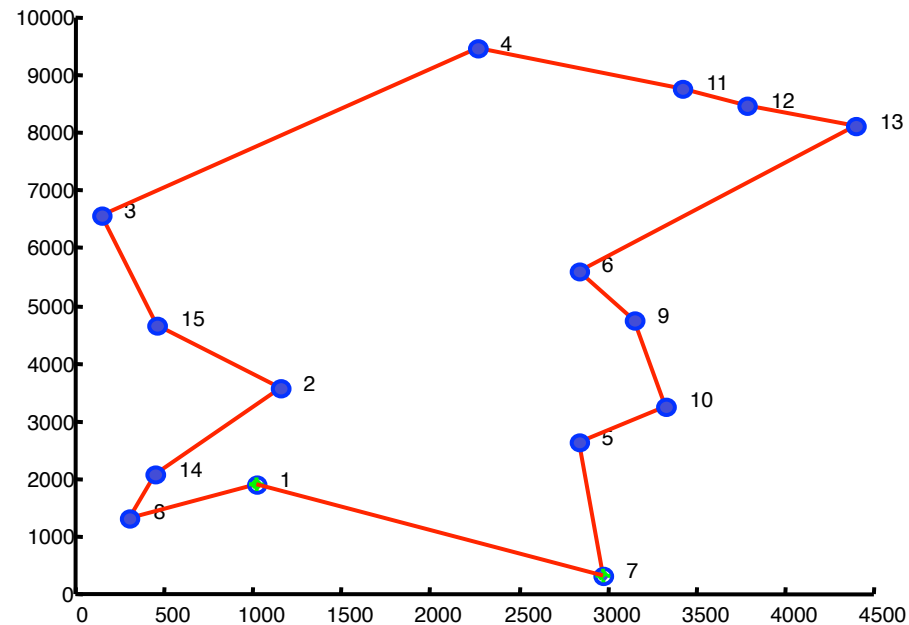
Não existe fórmula.

# Problema do Caxeiro Viajante (PCV)

- Problema de otimização combinatorial
- NP-completo



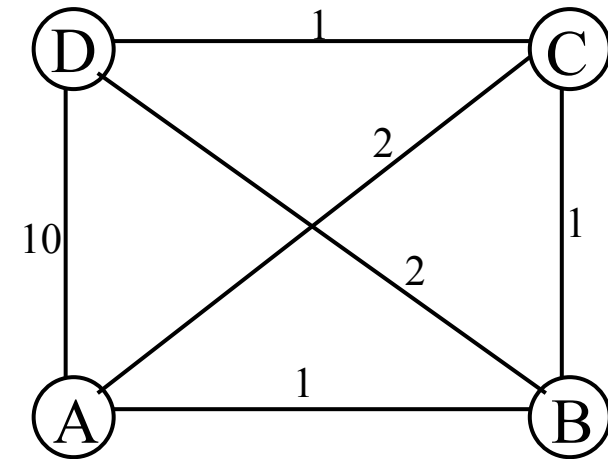
# Problema do Caxeiro Viajante (TSP)



- Solução candidata:
  - $\langle 1, 8, 14, 2, 15, 3, 4, 11, 12, 13, 6, 9, 10, 5, 7 \rangle$
  - Permutação de números inteiros

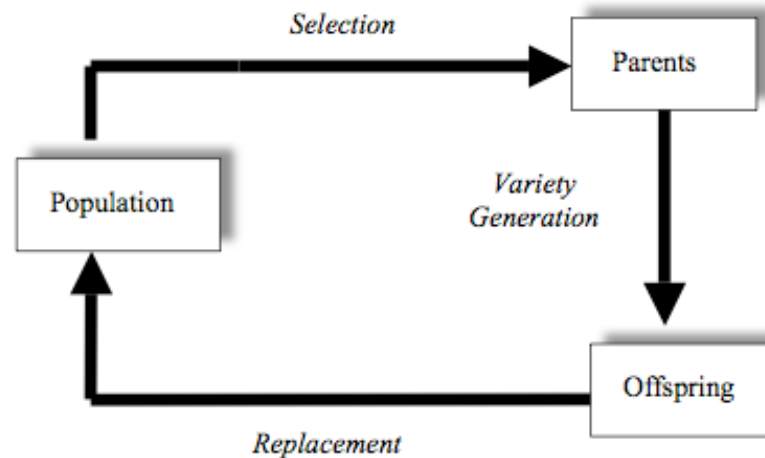
# Como resolver ?

- Exaustiva
  - Inviável a medida que o número de cidades cresce
- Programação dinâmica
  - Tempo ainda é exponencial
- Heurística
- Computação Natural
  - sei **o quê** fazer, mas não sei como
  - achar permutação de inteiros com menor custo



# Computação Evolucionária

- Baseada na teoria da evolução de Darwin
- Motores da evolução
  - Seleção natural
  - Variação genética



- TSP:
  - População de indivíduos representando vetores de números inteiros
  - Seleciono os que percorrem todas as cidades em menor distância

# Redes Neurais

- SOM
  - Entrada da rede é a coordenada  $(x,y)$  de uma cidade
  - Saída é o conjunto de cidades (tamanho  $k$ )
  - Treinamento não-supervisionado

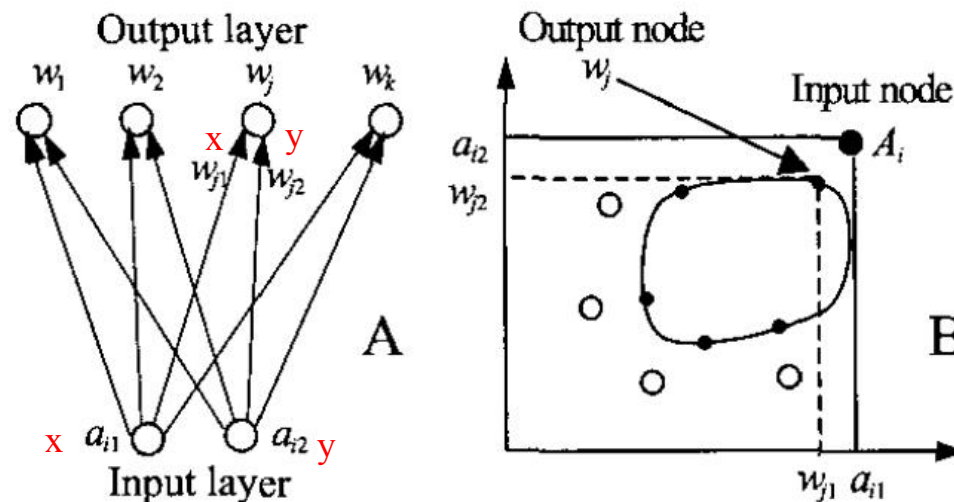
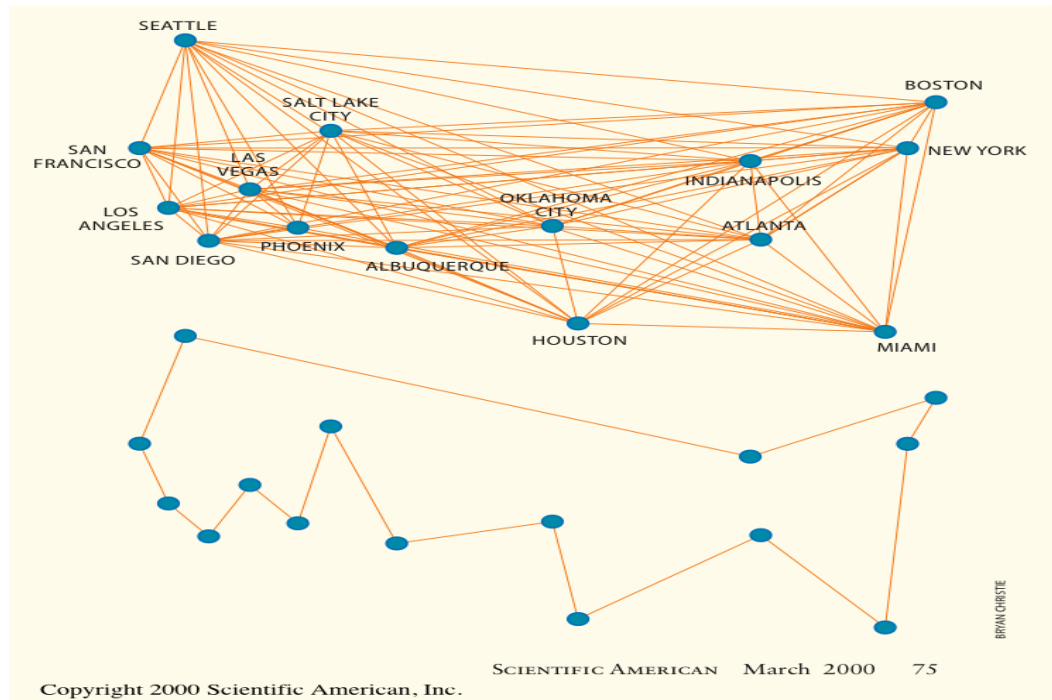


Figure 1: The neural network structure of SOM approach (A) and its geometrical representation (B).



# Alg.de Colônia de Formigas

- Assumimos um grafo totalmente conectado (existe uma aresta entre cada par de cidade  $(i,j)$ )
- Feromônio é associado com arestas
  - $\tau_{ij}$  corresponde ao feromônio deixado quando a formiga caminha da cidade  $i$  para a cidade  $j$



## Onde usar?

- Problemas complexos, envolvendo várias variáveis, não-lineares, dinâmicos
- Problemas onde não é possível garantir que uma solução ótima será encontrada
- Problemas difíceis de modelar, como reconhecimento de padrões e classificação, mas onde existam exemplos que possam “ensinar” o modelo ao sistema

# Próximos passos

- Pensar em idéias para o projeto
- Material Bibliográfico