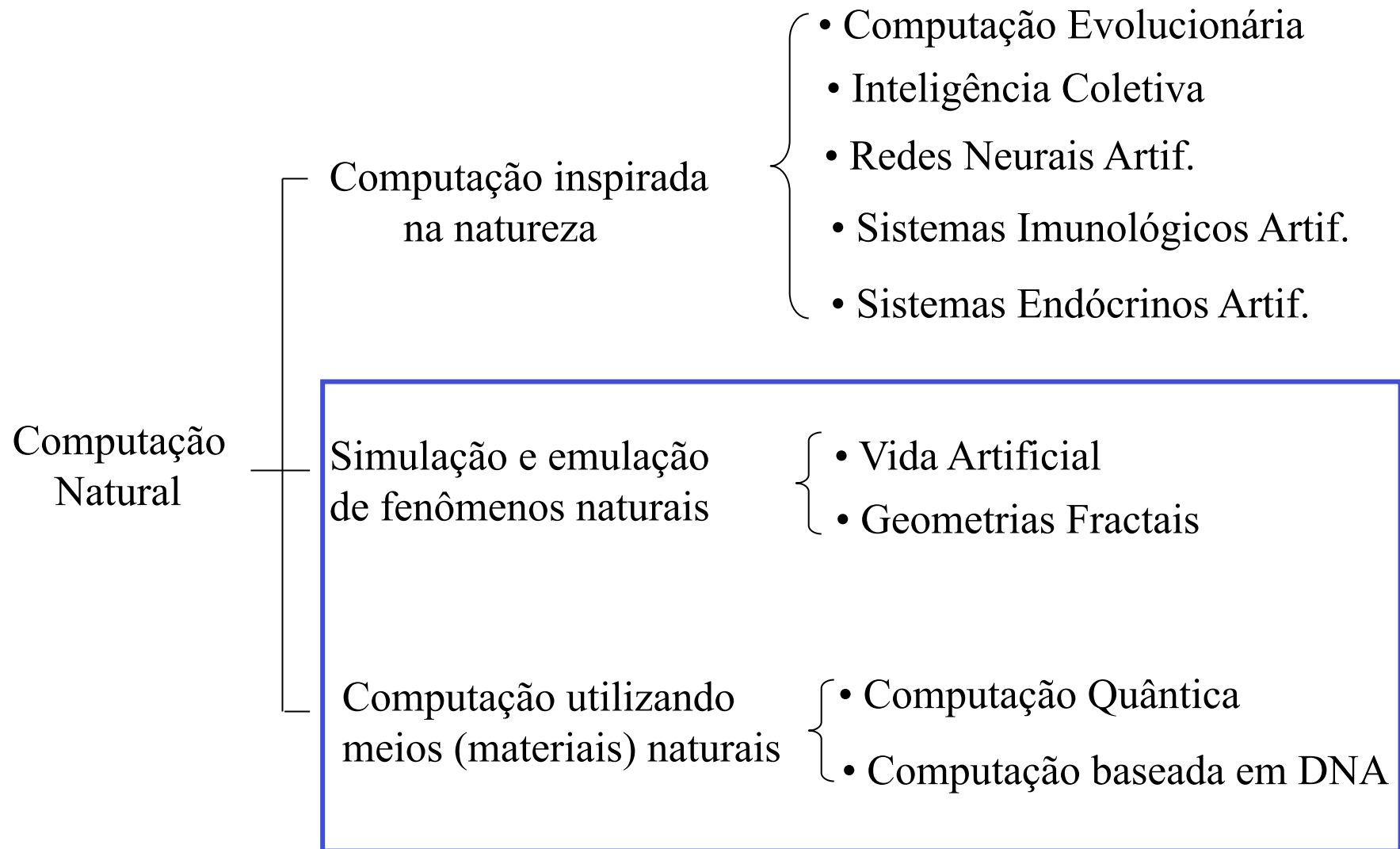


O outro lado...

Computação Natural

Gisele L. Pappa



# Simulação e Emulação de Fenômenos Naturais

- Fornecer ferramentas para síntese e estudo de fenômenos naturais
  - Usadas para testar teorias biológicas que não podem ser utilizadas através de experimentos tradicionais ou técnicas analíticas
- 2 vertentes:
  - Geometria fractal
  - Vida Artificial

# Fractais

- **Fractal** é o termo utilizado para identificar uma família de formas que descrevem **padrões irregulares** e fragmentados da natureza
- Avanços na computação gráfica permitiram a visualização de modelos matemáticos de estruturas naturais
  - Levou ao reconhecimento de que a **natureza é fractal e pode ser emulada utilizando geometria fractal**

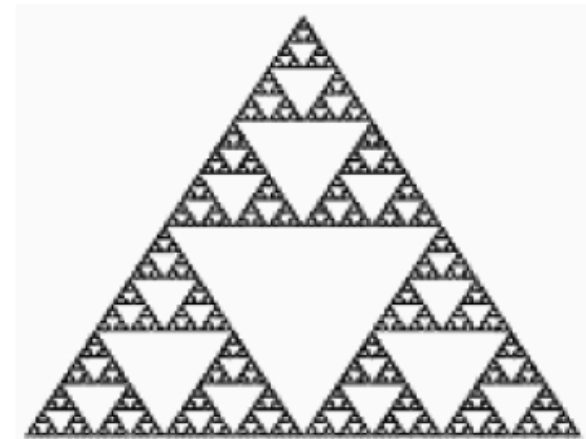
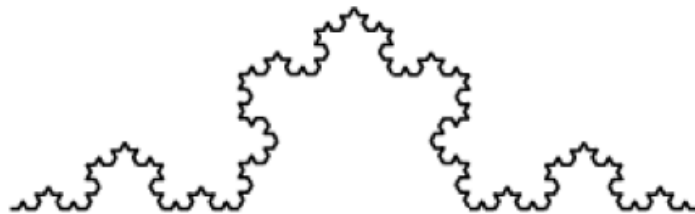
# Exemplos



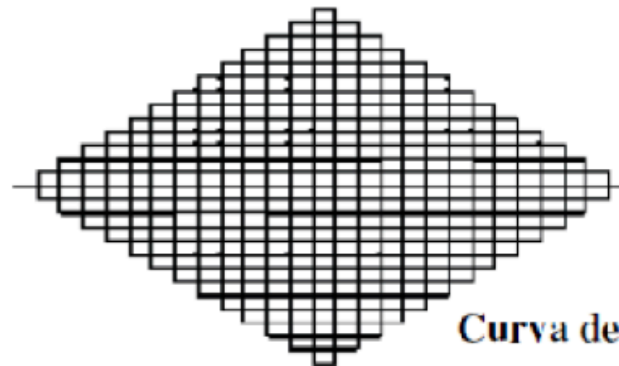
O Conjunto de Cantor



A Curva de Koch (Floco de neve)



Triângulo de Sierpinski.



Curva de Peano

# Características

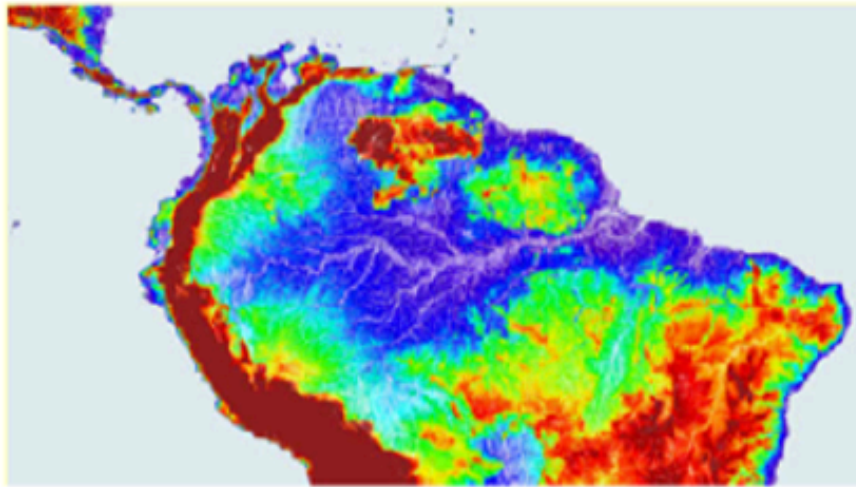
- Ausência de suavidade
- Irregularidades em todas as escalas
- Detalhes infinitos
- Auto-similaridade
- Dimensões fractais

# Fractais

- Exemplos de “modelos” fractais na natureza
  - Queimadas em florestas tem limites fractais
  - Superfície de proteínas complexas se enovelam numa estrutura 3D em uma dimensão fractal
  - Fractais já foram utilizados para modelar o comportamento do vírus da AIDS
    - E processos de desenvolvimento e crescimento em geral
  - Células cancerígenas podem ser identificadas por suas dimensões fractais

# Exemplos Reais

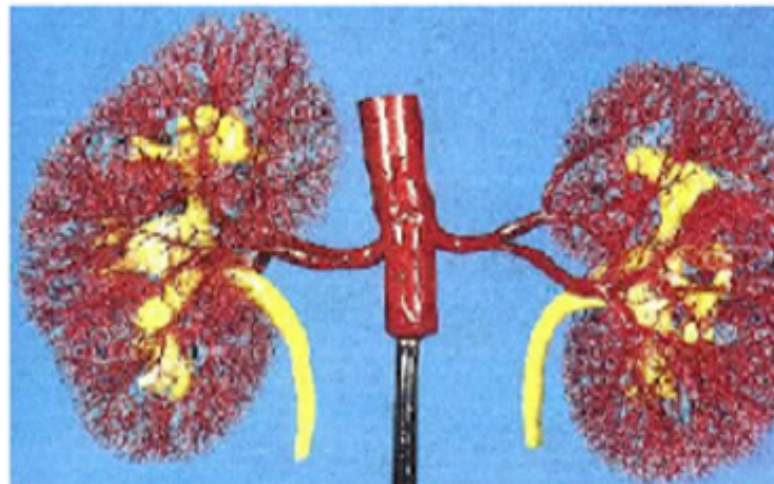
(a)



(b)



(c)





# Fractais

- Técnicas para modelagem:
  - Autômatos celulares
  - L-systems
  - Sistemas de função iterativa
  - Sistemas de partículas

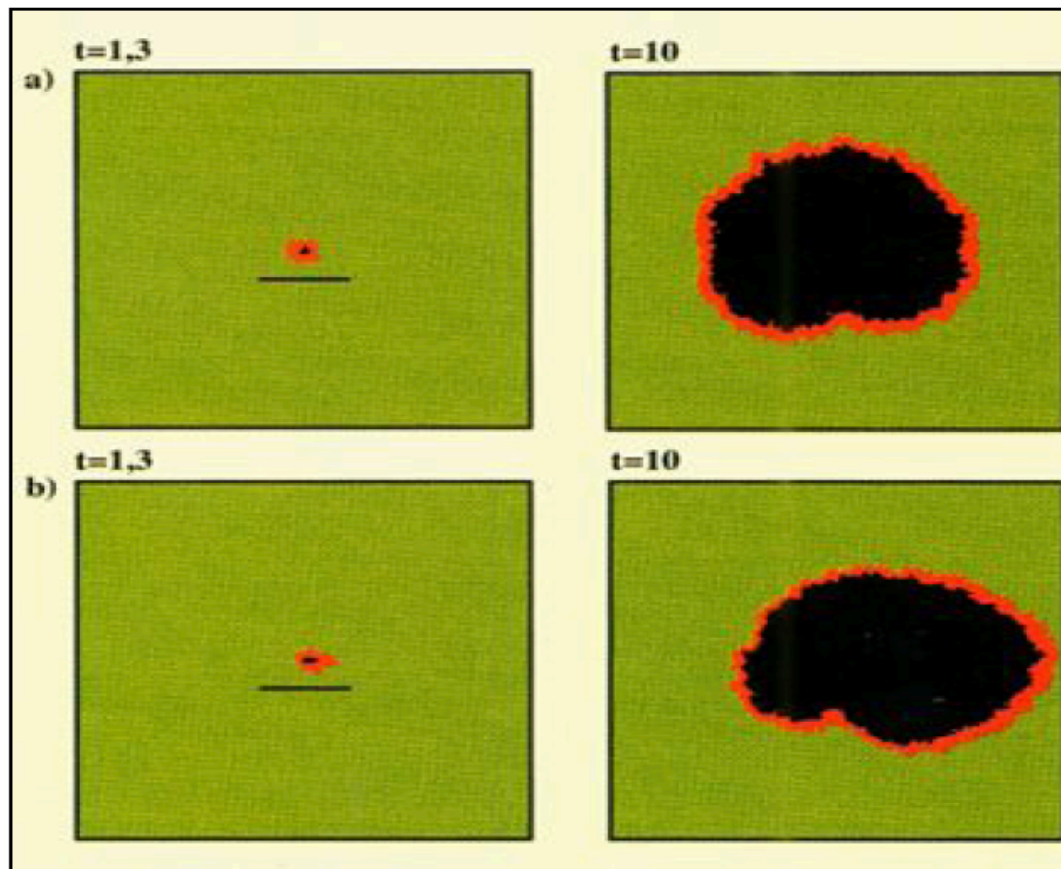
# Aplicações

- Predição de Queimadas
  - Influência de fatores como terreno, proximidade do fogo, pontos de coleta de água, tipo de vegetação, entre outros;
  - Usa uma rede bidimensional com simetria quadrada, cada célula representa o estado de uma árvore;
  - A célula indica se a árvore:
    - Está viva (verde);
    - Queimando (vermelho);
    - Morta (preto).
  - Se uma célula vizinha está queimando, uma célula viva muda de estado, e passa a queimar.

# Aplicações

- Predição de Queimadas

<http://schuelaw.whitman.edu/JavaApplets/ForestFireApplet/>



# Exemplos - Netlogo

- Autômato celular
  - Sistema composto dos mesmos componentes, mas juntos eles apresentam comportamento complexo (simulação Life Turtle based)
- L-systems
  - Simula o desenvolvimento de indivíduos multicelulares (simulação L-systems)
- Sistemas de função iterativa
  - Algoritmos para gerar fractais através de mapas contrativos (simulação Sierpinski)

# Vida Artificial

- Tenta recriar comportamentos humanos e criaturas em um ambiente computacional
- Não se preocupam em resolver nenhum problema
- Objetivo é aumentar nosso conhecimento sobre a natureza, sobre modelos artificiais e até novas formas de vida.

# Vida Artificial

- Esse conhecimento adquirido é utilizado para desenvolver novas tecnologias, com grandes contribuições para as áreas de robótica, computação gráfica, etc
  - Simulação vista anteriormente sobre criaturas que deveriam evoluir para andar

# Vida Artificial - Jogos

- Grande parte das tecnologias desenvolvidas tem foco em jogos e filmes



# Euphoria Engine

- Sistema de animação baseado em física capaz de sintetizar movimentos dinamicamente
- Estrutura básica:
  - Simulação: Esqueleto com um modelo biomecânico bastante complexo (juntas, músculos, etc)
  - Controladores: Utilização de Redes Neurais para movimentar o Esqueleto, para saber quais forças aplicar. Essas redes são evoluídas com Algoritmos Genéticos
  - Comportamento: Máquina de estados simples



# Euphrooria Engine Demo

- <http://www.naturalmotion.com/euphoria>

# Computação utilizando meios (materiais) naturais

- Interessada em novos métodos de computação diferentes do silício
- No momento, existem 2 principais “materiais” sendo testados
  - Computação quântica
    - Teoria quântica
  - Computação Molecular
    - Membranas
    - DNA
    - RNA

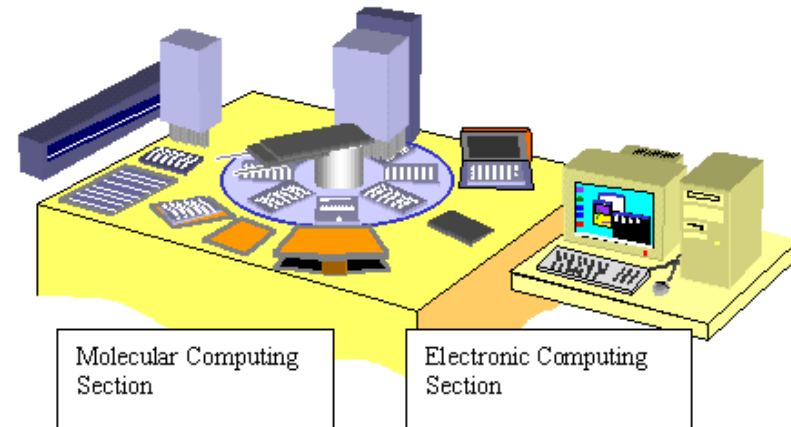
# Computação Baseada em DNA

- Em 2002, surgiu o primeiro computador comercial baseado em DNA, desenvolvido pela Olympus
- Computador híbrido
- Usado para "profiling" de expressões de genes
- Alta precisão, alta velocidade e baixo custo.

# Computação Baseada em DNA

- Utiliza moléculas de DNA como estruturas de dados e manipula essas moléculas de forma a realizar computação
- Utiliza um alfabeto quaternário (A,C,T,G) ao invés de um binário

# Computador baseado em DNA



*Computations performed with DNA as input/output data; DNA reactions, capture of DNA results and DNA detection all performed automatically.*

*Information processing program performed; output includes DNA reaction calculations and an analysis of results.*

# Computação Baseada em DNA

- Em 2003 estudantes do Instituto de ciência de Weizmann, em Rehovot, criaram um pequeno Computador de DNA com alta energia
  - Uma única molécula de DNA pode produzir energia suficiente para rodar um computador
  - Pode executar 330 trilhões de operações por segundo (100.000 vezes mais rápido que o computador mais rápido na época)
- Detalhe: só responde às questões sim ou não.

# Atualmente

- International Conf. on DNA Computing and Molecular Programming
- Microsoft Research:
- <http://research.microsoft.com/en-us/projects/dna/>

# Seminários

- Grupos de até 5 pessoas
  - Fractais: Autômatos Celulares
  - Fractais: L-systems
  - Fractais: Sistema de Função interativa
  - Vida Artificial
  - Vida Artificial com foco em Jogos
  - Computação baseada em DNA
  - Computação Quântica
  - Qualquer outro tópico de simulação/emulação de sistemas inspirados na natureza ou computação usando biologia como meio