

---

# Entrei no Bacharelado em Física Computacional: e Agora?

Tereza Mendes

Instituto de Física de São Carlos – USP

<http://lattice.if.sc.usp.br/>

## Carreira

# Bacharelado em Física Computational

---

Carreira

Instituto

# Bacharelado em Física Computational

---

Carreira

Instituto

Curso

# Computador e Física

---

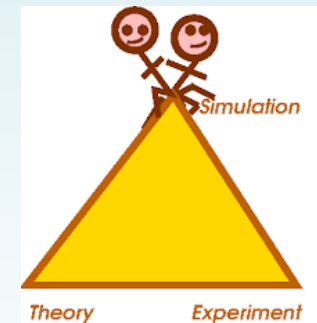


# Computador e Física

---



Física começou a partir da filosofia, **depois** vieram experimentos; hoje **experimentos computacionais (simulação)** são tão importantes quanto teoria e experimento



# Computador na Pesquisa em Física

---

- **Computador** permite ampliar muito os limites da Física tradicional (contas antes impossíveis)

# Computador na Pesquisa em Física

---

- **Computador** permite ampliar muito os limites da Física tradicional (contas antes impossíveis)
- Auxilia na **modelagem** de fenômenos, através de melhor análise visualização dos sistemas estudados



# Computador na Pesquisa em Física

---

- **Computador** permite ampliar muito os limites da Física tradicional (contas antes impossíveis)
- Auxilia na **modelagem** de fenômenos, através de melhor análise visualização dos sistemas estudados
- Além de fazer contas, e permitir mais flexibilidade na modelagem de fenômenos, possibilita a **simulação numérica** ⇒ Experimento Virtual (Teórico!)

# Computador na Pesquisa em Física

---

- **Computador** permite ampliar muito os limites da Física tradicional (contas antes impossíveis)
- Auxilia na **modelagem** de fenômenos, através de melhor análise visualização dos sistemas estudados
- Além de fazer contas, e permitir mais flexibilidade na modelagem de fenômenos, possibilita a **simulação numérica** ⇒ Experimento Virtual (Teórico!)  
⇒ Importância para **pesquisa aplicada**

# Computador na Pesquisa em Física

---

- **Computador** permite ampliar muito os limites da Física tradicional (contas antes impossíveis)
- Auxilia na **modelagem** de fenômenos, através de melhor análise visualização dos sistemas estudados
- Além de fazer contas, e permitir mais flexibilidade na modelagem de fenômenos, possibilita a **simulação numérica** ⇒ Experimento Virtual (Teórico!)
  - ⇒ Importância para **pesquisa aplicada**
  - ⇒ Crucial para o entendimento das **interações entre quarks!**

# Modelagem e Simulação

---

*A simulação é um processo de **projetar** um **modelo** computacional de um sistema real e **conduzir experimentos** com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação.*

D. Pegden (1990)

# Modelagem e Simulação

---

*A simulação é um processo de **projetar** um **modelo computacional de um sistema real** e **conduzir experimentos** com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação.*

D. Pegden (1990)

- experimentos que não podemos/não queremos realizar (**projeto de aviões**, **guerra nuclear**, **evolução**)
- reconstrução para melhor compreensão de eventos ocorridos (e.g. acidentes)

# Modelagem e Simulação

---

*A simulação é um processo de **projetar** um **modelo computacional de um sistema real** e **conduzir experimentos** com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação.*

D. Pegden (1990)

- experimentos que não podemos/não queremos realizar (**projeto de aviões**, **guerra nuclear**, **evolução**)
- reconstrução para melhor compreensão de eventos ocorridos (e.g. acidentes)
- modelagem de sistemas (e.g. bactérias)

# Modelagem e Simulação

---

*A simulação é um processo de **projetar** um **modelo computacional de um sistema real** e **conduzir experimentos** com este modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para sua operação.*

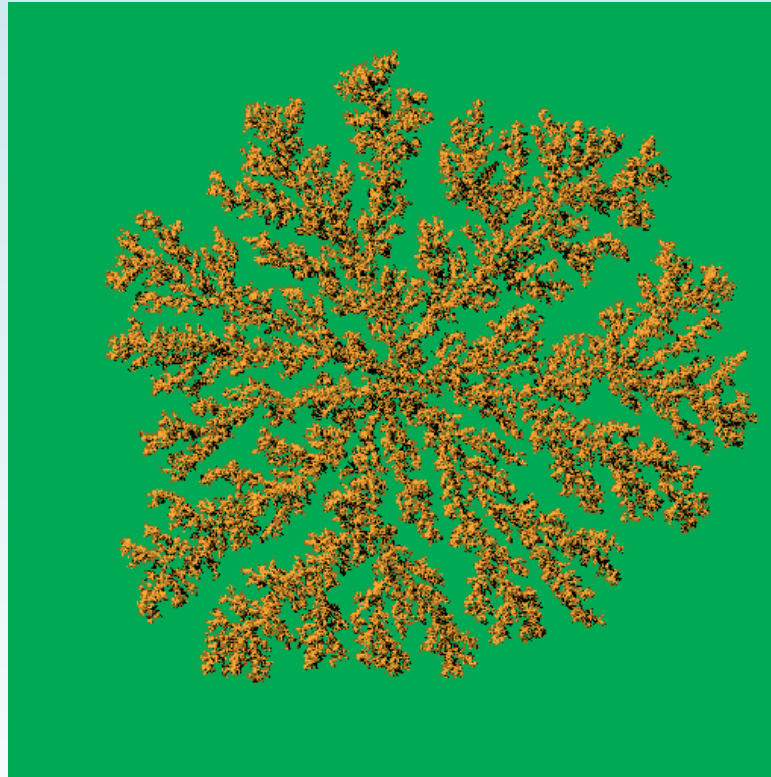
D. Pegden (1990)

- experimentos que não podemos/não queremos realizar (**projeto de aviões**, **guerra nuclear**, **evolução**)
- reconstrução para melhor compreensão de eventos ocorridos (e.g. acidentes)
- modelagem de sistemas (e.g. bactérias)
- estudo de problemas sem solução analítica (e.g. **QCD**)

# Exemplo: Autômato Celular

---

**Células** assumem valores finitos a cada instante de tempo.  
Regras **locais** de transição  $\Rightarrow$  comportamento **emergente**,  
solução numérica de equações diferenciais, geração de padrões  
visuais interessantes, e.g. **agregação limitada por difusão**





# O Jogo da Vida

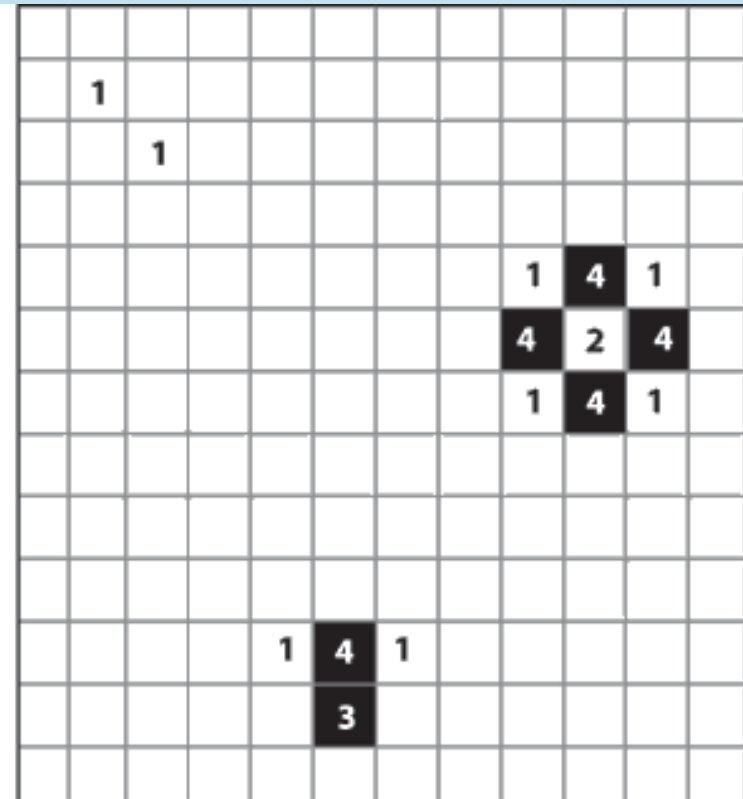
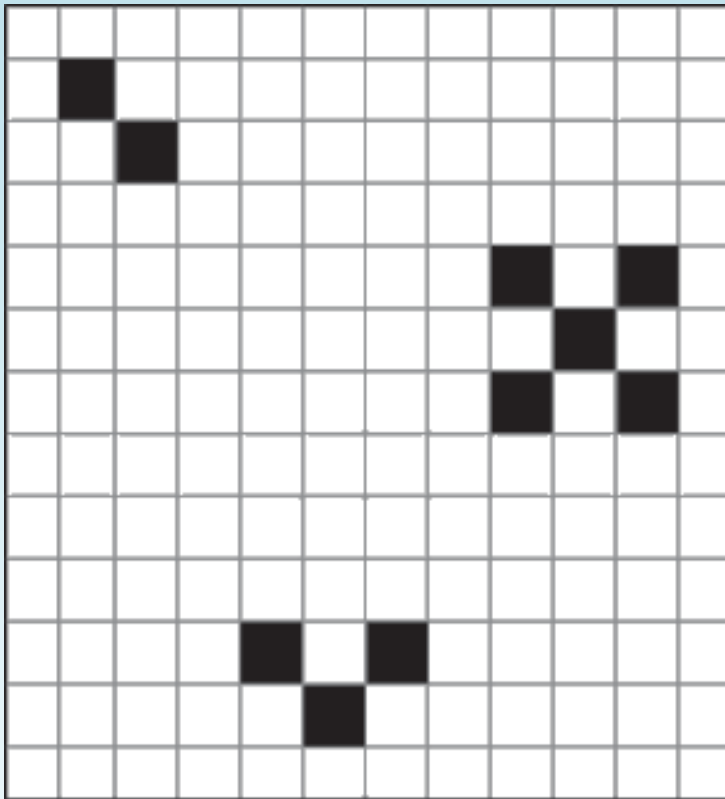
---

Autômatos **determinísticos**, com regras simples, ilustram o comportamento de diversos sistemas físicos (e.g. autômatos unidimensionais de Wolfram)

⇒ **Jogo da Vida**, proposto em 1970 por J. Conway, pode modelar a dinâmica populacional de formas simples de vida (e.g. colônias de **bactérias**).

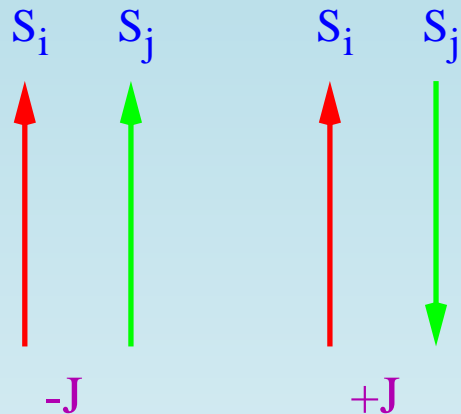
Tabuleiro de células, com as regras:

- células com menos de 2 ou mais de 3 vizinhos **morrem**
- células com 2 ou 3 vizinhos vivos **sobrevivem**
- indivíduos **nascem** em células vazias com 3 vizinhos



<http://www.kyphilom.com/www/java/life/life.html>

# Outro Exemplo: o Modelo de Ising

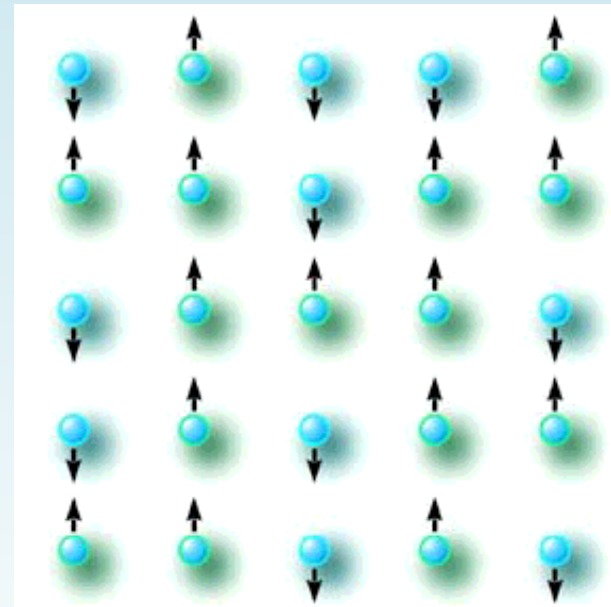


spins de dois estados, que preferem ficar alinhados

$$\mathcal{H}(S) = -J \sum_{\langle i,j \rangle} S_i S_j - H \sum_i S_i$$

Observáveis de interesse

- Energy:  $E = \langle \mathcal{H}(S) \rangle$
- Specific Heat:  $C_V = \partial E / \partial T$
- Magnetization:  $M = \langle \sum_i S_i \rangle$
- Suscetibility:  $\chi = \partial M / \partial H$



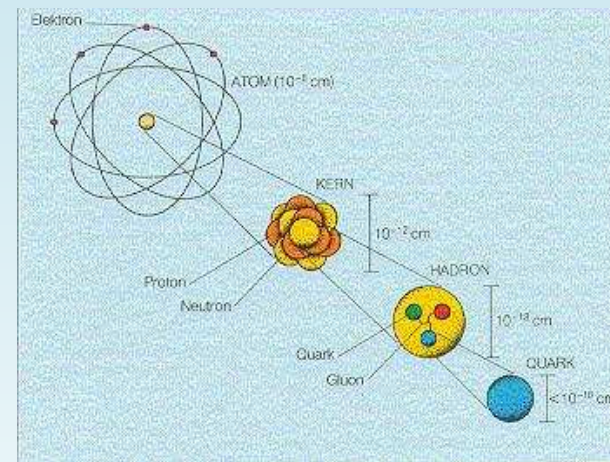
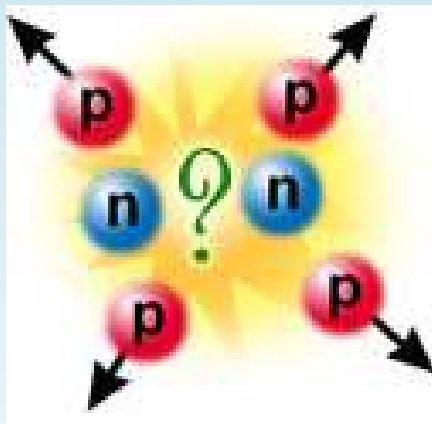
<http://www.inference.phy.cam.ac.uk/mackay/itprnn/ising/>

# Aplicações do Método de Monte Carlo

---

- **Mecânica Estatística**: descrição de **sistemas de muitos corpos** ( $\approx 10^{23}$  corpos...) utilizando grandezas médias  $\Rightarrow$  comportamento **macroscópico** (termodinâmica) a partir da descrição **microscópica** de sistemas como fluidos/gases, modelos de **materiais magnéticos**, sistemas biológicos; tratamento de **fenômenos críticos**, sistemas complexos.
- **Matéria Condensada**: descrição aproximada de sistemas quânticos, polímeros, fluidos complexos, propriedades condutoras/magnéticas.

- Cromodinâmica Quântica (QCD): teoria quântica de campos que descreve a **força nuclear** como interação forte entre **quarks** e **glúons**; Formulação de **Rede**  $\Leftrightarrow$  Mecânica Estatística.



<http://www.physics.adelaide.edu.au/theory/staff/leir>

# Conclusão

---

- Domínio de **ferramentas** computacionais e **enfoque** computacional para tratar problemas

# Conclusão

---

- Domínio de **ferramentas** computacionais e **enfoque** computacional para tratar problemas
- Habilidade em **abstração** de aspectos relevantes nos fenômenos estudados

# Conclusão

---

- Domínio de **ferramentas** computacionais e **enfoque** computacional para tratar problemas
- Habilidade em **abstração** de aspectos relevantes nos fenômenos estudados
- **Flexibilidade** na aplicação dos conceitos adquiridos!



# Possibilidades do Curso

---



# Possibilidades do Curso

---



- Física, com especialização em simulação numérica
- Modelagem baseada em física

# Possibilidades do Curso

---



- Física, com especialização em simulação numérica
- Modelagem baseada em física
- Instrumentação eletrônica