

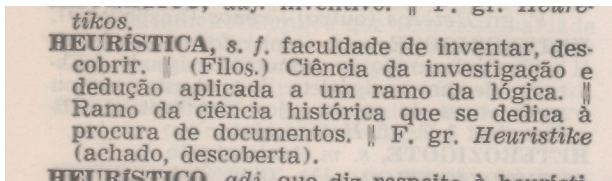
# Heurística e Emergencia

## O que são e seus Papéis na Ciência

João Luiz Kohl Moreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Observatório Nacional - MCT  
Rio de Janeiro - RJ

III Encontro de Estudos Culturais - 2011  
São Luís - MA



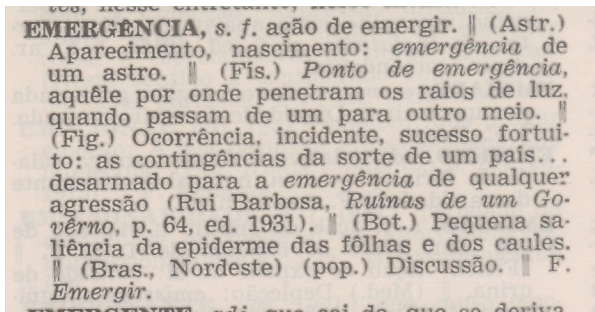
Caudas Aulete

## Significado de Heurística

s.f. Em história, pesquisa de documentos que tem por objeto a descoberta de fatos. / Log. Hipótese que, numa pesquisa, leva a uma descoberta científica; método analítico para a descoberta de verdades científicas.

*Aurelio*

- Usamos heurística no sentido de descrever um dado fenômeno através de uma analogia;
- Uma descrição supondo comportamento sem comprovação teórica.



Caudas Aulete

## Significado de Emergencia

s.f. Estado daquilo que emerge. / Aparecimento, surgimento. / Ocorrência de perigo, situação crítica; incidente, imprevisto: saída de emergência; em caso de emergência, puxe a alavanca. // Ponto de emergência, ponto de onde sai um raio luminoso que atravessou um meio; lugar em que uma fonte sai da terra.

Aurelio

# Emergencia

Não é "Pronto Socorro"



- Do inglês
  - Emergency → "Pronto Socorro"
  - Emergence → Efeito daquilo que **emerge**; afloramento.

# Emergencia

Não é "Pronto Socorro"



- Do inglês
  - Emergency → "Pronto Socorro"
  - Emergence → Efeito daquilo que **emerge**; afloramento.



- O que aflora, do botão, torna-se flor
- Afloramento aqui, para significar emergencia, é usado como analogia com o processo da transformação de um botão em uma flor

- Usamos uma heurística para descrever a emergência, a analogia com a flor.





- Termo cunhado por John Stuart Mill: *A System of Logic*, 1862



- Aristóteles: "O tudo não é simplesmente a soma de suas partes"

# Por que me interessei pela Emergencia

- Reduccionismo × Emergentismo: Zylbersztajn, RBEF, **25**, pp.1-16, 2003
- Reduccionismo: Física das Partículas elementares, ou Teoria do Campo Unificado
- Emergentismo: fenômenos estranhos que não são "reduzíveis" a comportamentos de elétrons, prótons, nêutrons etc.

- Steven Weinberg (Nobel 1979) × Phillip Anderson (Nobel 1977)

*"Um dos membros do painel (de defesa da construção) argumentou que não deveríamos dar a impressão de que pensamos que a física das partículas elementares seja mais fundamental do que outros campos, porque isto tendia a enraivecer nossos colegas em outras áreas da física."*

*S. Weinberg, 1993*

## Theorem

*Todo físico de partículas elementares é reducionista.*

## Corollary

*Para ele a física **reduz-se** à física de partículas elementares.*

## Corollary

*O resto é consequência.*

# Primeira Lei do Reduccionismo

## Theorem

*Todo físico de partículas elementares é reducionista.*

## Corollary

*Para ele a física **reduz-se** à física de partículas elementares.*

## Corollary

*O resto é consequência.*

## Theorem

*Todo físico de partículas elementares é reducionista.*

## Corollary

*Para ele a física **reduz-se** à física de partículas elementares.*

## Corollary

*O resto é consequência.*

# LHC - Large Hadron Collider



- Partícula de Higgs: "a partícula de Deus".



- "O problema do mundo se reduz ao gerúndio".  
Homenagem à Profa. Margarida, em "Apareceu a Margarida"  
de Roberto Athayde.

- O Universo é completamente descrito por um conjunto de poucas equações fundamentais;
- O comportamento de tudo o que vemos e contactamos tem por base essas equações fundamentais e sua descrição é uma questão de tempo (construcionismo)
- A descrição de sistemas complexos acaba passando pela referência a eletrons, protons, neutrons, etc, sem que outro elemento novo seja necessário, o que comprova o caráter fundamental da Fisica de Partículas Elementares.

- Físicos de Partículas (salvo alguns casos raros) tendem a se encaixar seja entre os que defendem a Física do Tudo ou a Teoria final ou ambas.

- Para os reducionistas os fenomenos emergentes são manifestações decorrentes das leis fundamentais em um grau de complexidade que podem ser descritos com a apropriada combinação dessas leis de acordo com as propriedades dos fenomenos em questão.
- Problema: caos deterministico gera a impossibilidade de solução em alguns (maioria dos) casos.

- Para os reducionistas os fenomenos emergentes são manifestações decorrentes das leis fundamentais em um grau de complexidade que podem ser descritos com a apropriada combinação dessas leis de acordo com as propriedades dos fenomenos em questão.
- Problema: caos deterministico gera a impossibilidade de solução em alguns (maioria dos) casos.

# Exemplo de impossibilidade

- Movimento de satélites de grandes planetas
- Problema da interação gravitacional de "N" corpos
- Dinâmica de atmosferas
- São exemplos de "caos determinístico"

# Exemplo de impossibilidade

- Movimento de satélites de grandes planetas
- Problema da interação gravitacional de "N" corpos
- Dinâmica de atmosferas
- São exemplos de "caos determinístico"

# Exemplo de impossibilidade

- Movimento de satélites de grandes planetas
- Problema da interação gravitacional de "N" corpos
- Dinâmica de atmosferas
- São exemplos de "caos determinístico"



# Exemplo de impossibilidade

- Movimento de satélites de grandes planetas
- Problema da interação gravitacional de "N" corpos
- Dinâmica de atmosferas
- São exemplos de "caos determinístico"

- Para os reducionistas, os fenomenos observados no universo obedecem a relações de causa e efeito.

- Vida
- Civilização
- Psychê

- Vida
- Civilização
- Psychê

- Vida
- Civilização
- Psychê

- "The Emerging Physics of Consciousness", Jack A. Tuszynski (Ed.), 2006, Springer.
  - Alwyn Scott, *Physicalism, Chaos and Reductionism*

- A Teoria da Emergencia não é uma "alternativa" à Teoria Final ou Teoria do Tudo. Ela não vem nos dar "finalmente" as respostas que tanto nos atormentam...
- Emergentistas não querem ler a mente de Deus, nem substituí-lo.
- Continuamos a associar o que é **semelhante**

- A Teoria da Emergencia não é uma "alternativa" à Teoria Final ou Teoria do Tudo. Ela não vem nos dar "finalmente" as respostas que tanto nos atormentam...
- Emergentistas não querem ler a mente de Deus, nem substituí-lo.
- Continuamos a associar o que é semelhante



- A Teoria da Emergencia não é uma "alternativa" à Teoria Final ou Teoria do Tudo. Ela não vem nos dar "finalmente" as respostas que tanto nos atormentam...
- Emergentistas não querem ler a mente de Deus, nem substituí-lo.
- Continuamos a associar o que é **semelhante**

- Compostos: elementos com propriedades características;
- Organicos: se relacionam em certo grau;

- Compostos: elementos com propriedades características;
- Organicos: se relacionam em certo grau;

- De um sistema complexo **emerge** um "organismo" com propriedades que lhe são características mas que **não** podem ser determinadas pela integração das propriedades dos elementos que o compõem.

- "Não podem ser determinadas" porque
  - Não são possíveis serem determinadas?
  - Não sabemos determiná-las?

- Conjectura matemática: um prêmio de US\$ 1.000.000,00 é oferecido para quem demonstrar se

$$\mathbf{NP = P}$$

ou

$$\mathbf{NP \neq P.}$$

- Da década de 1960 para cá, em Teoria da Computação, aparece uma classe de problema combinatorial conhecido como "problema **NP**", dividido em duas subclasses:
  - Problema NP-completo (*complete*)
  - Problema NP-duro (*hard*)

# Convicção Atual para o problema $NP = P$

- O mais rápido computador concebido (computador quântico), dependendo da dimensão do problema, necessitaria de um tempo maior do que a idade do universo para resolver.
- O problema  $NP$  é considerado "INTRATÁVEL".

# Convicção Atual para o problema $NP = P$

- O mais rápido computador concebido (computador quântico), dependendo da dimensão do problema, necessitaria de um tempo maior do que a idade do universo para resolver.
- O problema **NP** é considerado "INTRATÁVEL".



# Como se resolve um problema $NP = P$ ?

- Não se resolve, se apresenta soluções aproximadas.
- Instrumentos: métodos heurísticos

# Como se resolve um problema $NP = P$ ?

- Não se resolve, se apresenta soluções aproximadas.
- Instrumentos: métodos heurísticos

# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.

# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.

# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.

# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.

# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.

# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.



# Exemplos de métodos heurísticos para problemas intratáveis

- Método de Monte Carlo;
- Algoritmos genéticos;
- Algoritmos evolutivos;
- Simulação de arrefecimento de aço;
- Simulação de caminhos de formiga;
- Simulação de bolhas de sabão;
- Teoria dos jogos.

# O que o problema $NP = P$ tem a ver com Emergencia?

- Emergencia:
  - como vimos, é o resultado da interação entre os elementos que o compõem;
  - é composto por um grande número de elementos.
- Consequência
  - Emergencia é um baita problema  $NP = P!$

# O que o problema $NP = P$ tem a ver com Emergencia?

- Emergencia:
  - como vimos, é o resultado da interação entre os elementos que o compõem;
  - é composto por um grande número de elementos.
- Consequência
  - Emergencia é um baita problema  $NP = P!$

- Usamos de heurísticas para debater sobre emergencias



- Rudolf Clausius, 1850-60, introduziu o conceito de entropia: uma grandeza que tende a crescer durante a evolução de um sistema termodinâmico isolado;

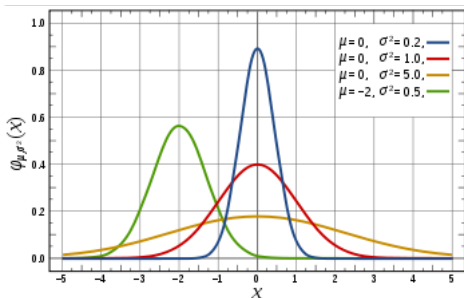


- Ludwig Boltzmann, 1877, sugeriu que a entropia reflete o número de estados termodinâmicos livres no sistema;

- Claude E. Shannon, 1949, chamou de "entropia" a expressão que representa a quantidade de informação possível de ser trocada em um meio de comunicação;

# Entropia na Emergencia

- Uma Emergencia sempre tem uma entropia associada a ela.



- Essa palestra;
- Vida: R. Dawkins, 1982: "As leis da seleção e evolução de Darwin são **UNIVERSAIS**" (grifo meu);
- Psicanálise, libido - supereu - eu;
- Freud: "O Mal Estar na Civilização".



- Essa palestra;
- Vida: R. Dawkins, 1982: "As leis da seleção e evolução de Darwin são **UNIVERSAIS**" (grifo meu);
- Psicanálise, libido - supereu - eu;
- Freud: "O Mal Estar na Civilização".

- Essa palestra;
- Vida: R. Dawkins, 1982: "As leis da seleção e evolução de Darwin são **UNIVERSAIS**" (grifo meu);
- Psicanálise, libido - supereu - eu;
- Freud: "O Mal Estar na Civilização".

- Essa palestra;
- Vida: R. Dawkins, 1982: "As leis da seleção e evolução de Darwin são **UNIVERSAIS**" (grifo meu);
- Psicanálise, libido - supereu - eu;
- Freud: "O Mal Estar na Civilização".

"This is Apollo 13, signing off..."

