

---

## Aula 08:

# Computação Evolutiva e Conexionista – Inteligência de enxame: introdução

---

Prof. Hugo Puertas de Araújo  
[hugo.puertas@ufabc.edu.br](mailto:hugo.puertas@ufabc.edu.br)  
Sala: 509.2 (5º andar / Torre 2)

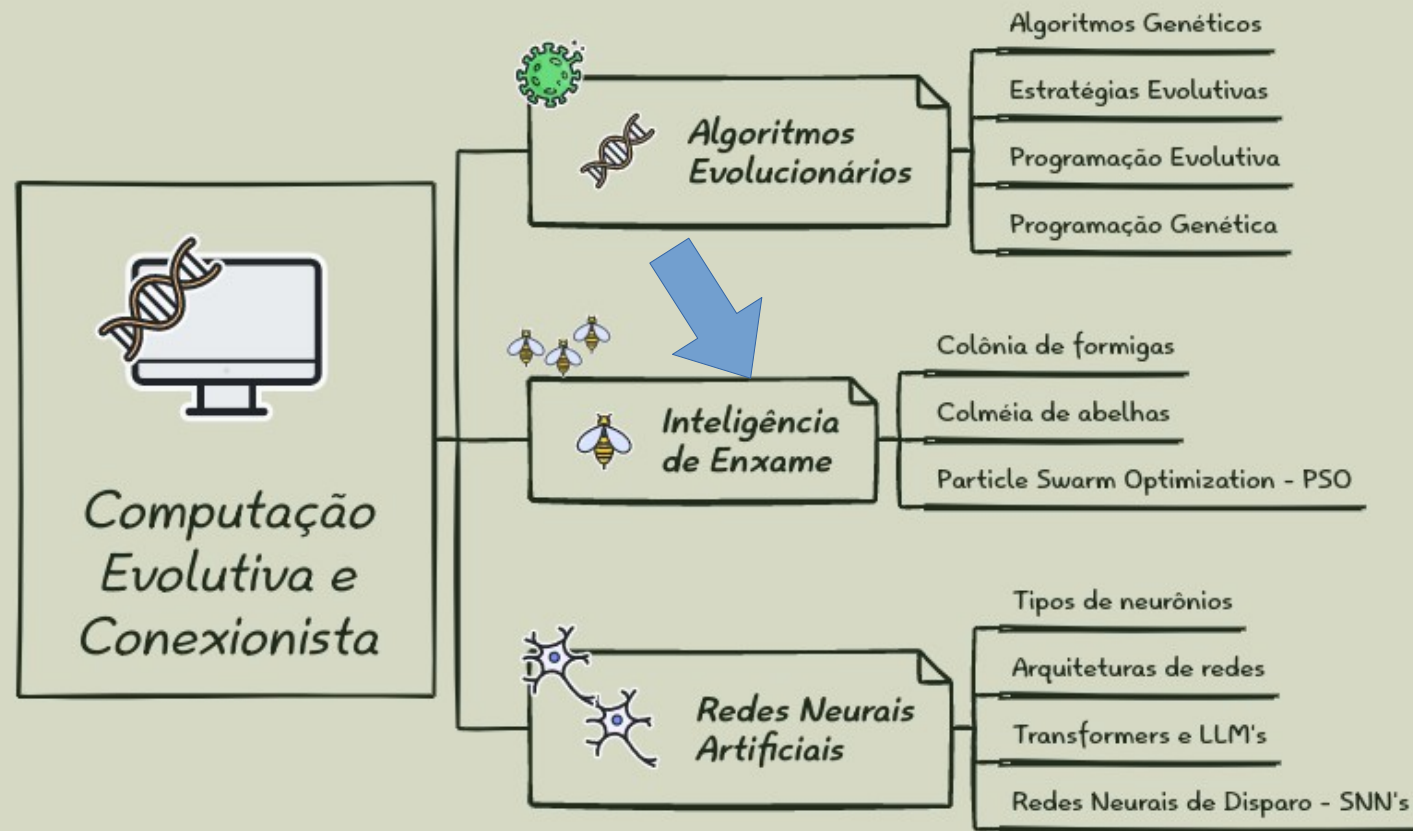
# ■ Agenda

- Comportamento emergente
- Inteligência de enxame
- Individual vs coletivo:
  - ❖ Exploração vs Exploração
- Enxame de pessoas
- Críticas aos métodos metaheurísticos

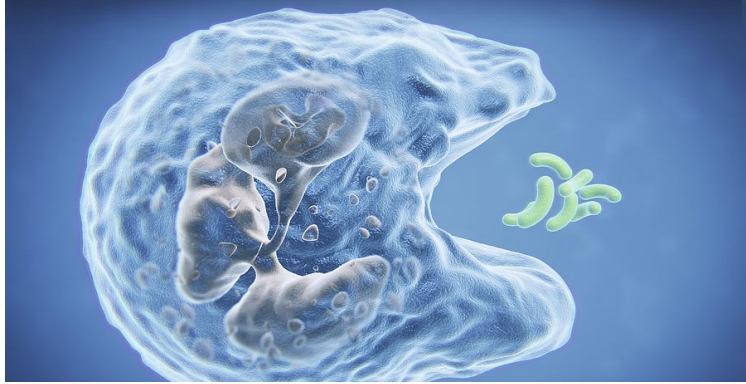
Computação Evolutiva e Conexionista



# ■ Estrutura do curso



# Algoritmos bioinspirados





# ■ “No-Free-Lunch” – teorema

- Proposto por Wolpert e Mcready (1997)
  - ❖ Qualquer algoritmo, em média, deverá apresentar performance equivalente a uma busca randômica quando aplicado a todas as possíveis funções.
  - ❖ Isso implica em que, se um algoritmo A possui melhor performance do que B em uma dada classe de problemas, então B terá melhor performance do que A em outras classes.
- Pode haver almoço grátis em algumas circunstâncias!

# Comportamento emergente



... emergence occurs when a complex entity has properties or behaviors that its parts do not have on their own, and emerge only when they interact in a wider whole.

-- Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Emergence>

Jogo da vida → <https://www.youtube.com/watch?v=C2vgICfQawE>

# ■ Inteligência de enxame

## ■ Inteligência de enxame

❖ Algoritmos em que agentes atuam localmente e realizam algum tipo de interação com o grupo e o ambiente.

■ Agentes são elementos individuais, com ações individuais e simples, mas que contribuem para a solução de um problema mais complexo, através da interação com o grupo e/ou com o ambiente.

■ O conceito de população é substituído pelo de enxame.



# ■ Inteligência de enxame

- Cada agente “escolhe” se age mais individualmente (individualismo = exploração) ou mais coletivamente (coletivismo = exploração).
- Vários agentes realizando poucas ações simples têm desempenho melhor do que um único agente realizando várias ações complexas.
- Não há um “agente-master” organizando o enxame. O comportamento coletivo é emergente.

# Inteligência de enxame

**Exercício**

- Cada agente “escolhe” se age mais individualmente (individualismo = exploração) ou mais coletivamente (coletivismo = exploração).
- Vários agentes realizando poucas ações simples têm desempenho melhor do que um único agente realizando várias ações complexas.
- Não há um “agente-master” organizando o enxame. O comportamento coletivo é emergente.

**E.: Por quê?**

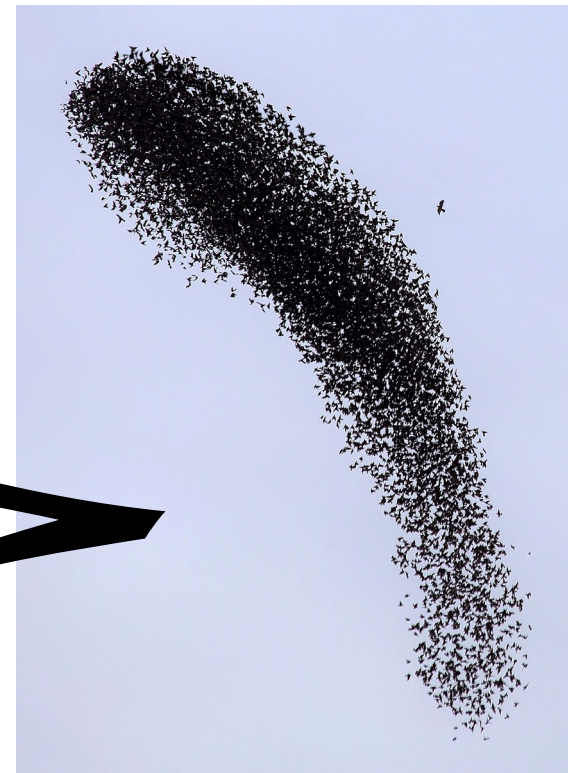
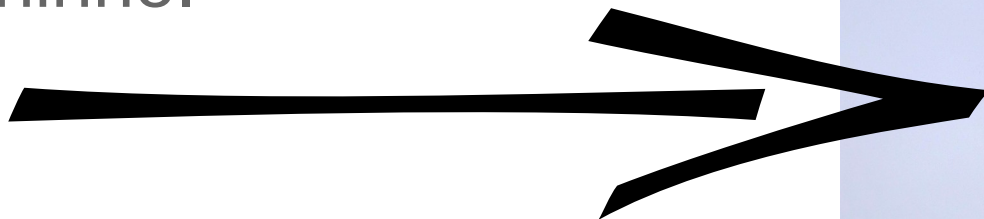
# ■ Inteligência de enxame

- A interação do agente com o grupo ocorre por algum tipo de comunicação indireta.
  - ❖ Nenhum agente comunica exatamente o que está fazendo, ou seja, não há pedido explícito de colaboração.
  - ❖ Ao invés disso, cada agente afeta o meio de maneira tal que o meio também pode afetar o comportamento dos agentes.
    - Pode-se recorrer a meios de sinalização (feromônios, dança, luz, etc.)



# ■ Aplicações (na natureza)

- Busca pelo menor caminho entre o ninho e a fonte de alimento.
- Organização de lixo dentro do ninho.
- Emigração em bando.
- Construção de ninho.
- Voo em grupo.



# ■ Surgimento nos problemas humanos

- Trânsito (a ação dos indivíduos afeta a organização do todo).
  - ❖ Pode ser trânsito urbano, tráfego de dados, etc.
- Atribuição de tarefas a grupos de trabalho.
- Linha de montagem.
- Cirurgia médica (equipe de médicos).

# Comportamento de enxame em robôs





# ■ Alguns algoritmos bio-inspirados

- Ant colony optimization (Dorigo 1992)
- Particle swarm optimization (Kennedy, Eberhart & Shi 1995)
- Artificial bee colony algorithm (Karaboga 2005)
- Artificial Swarm Intelligence (2015) – “Human Swarming”

# Artificial Swarm Intelligence – Human Swarm

- “Enxames humanos” podem responder questões
- Fazer previsões
- Produzir decisões
- Resolver problemas



Explorando coletivamente a diversidade de opiniões e convergindo para soluções preferidas em sincronia

# Artificial Swarm Intelligence – Human Swarm

## Inteligência coletiva





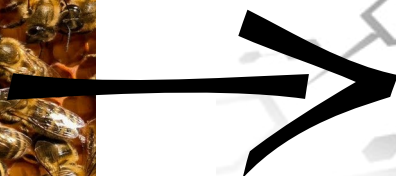
# Artificial Swarm Intelligence – Human Swarm

## ■ Inspirado em colônias de abelhas:

- ❖ Integrar evidências ruidosas
- ❖ Apreciar soluções rivais
- ❖ Convergir p/ uma decisão final



<https://unanimous.ai/>



# ■ Críticas às técnicas baseadas em heurísticas



Nos últimos anos, o campo da otimização combinatória testemunhou um verdadeiro tsunami de métodos metaheurísticos "novos", a maioria deles baseada em uma metáfora de algum processo natural ou feito pelo homem. O comportamento de praticamente qualquer espécie de inseto, o fluxo de água, músicos tocando juntos – parece que nenhuma ideia é muito absurda para servir de inspiração para lançar mais uma metaheurística. [Eu] argumentarei que essa linha de pesquisa está ameaçando levar a área da metaheurística para longe do rigor científico.

-- Kenneth Sörensen

# ■ Críticas às técnicas baseadas em heurísticas

- Estudos sobre:
  - ❖ Convergência
  - ❖ Explicabilidade
  - ❖ Otimização
  - ❖ Estimação de intervalo de confiança
  - ❖ etc.

