



Computação Natural

UNIDADE 07

Visão geral sobre vida artificial e computação baseada em DNA, conceitos básicos e exemplos

Vida artificial é um conceito fascinante que envolve a síntese de fenômenos assemelhados à vida, conforme Castro (2006). Trata-se do estudo de sistemas criados pelo ser humano que demonstram comportamentos típicos de sistemas vivos naturais. Essa área de pesquisa serve como um complemento à ciência biológica tradicional, ajudando na análise de organismos vivos e na tentativa de replicar comportamentos semelhantes aos da vida por meio de computadores e outros meios artificiais, uma ideia proposta por Langton em 1988. Um exemplo notável dessa aplicação é o projeto Tierra, uma simulação computacional na qual programas podem experimentar mutações, autorreplicação e recombinação, refletindo a complexidade e a adaptabilidade da vida.

A **vida artificial** é conceituada como uma abordagem sintética ou virtual para explorar padrões, formas, comportamentos e sistemas que imitam a vida. Ela permite o uso de dispositivos como computadores digitais e equipamentos de laboratório, como tubos de ensaio, para conduzir experimentos. Esses estudos têm o objetivo de descobrir princípios e padrões em sistemas vivos, tanto aqueles já conhecidos quanto os ainda não explorados (CASTRO, 2006). A **vida artificial** é um campo de pesquisa interdisciplinar, estendendo-se além dos limites da biologia tradicional para incluir a tecnologia e a computação (CASTRO, 2006).



Figura 1: Ilustração representativa da vida artificial. Fonte: ©Blue Planet Studio/Adobe Stock.

De acordo com Castro (2006, 2007), o estudo da **vida artificial** engloba conceitos essenciais que ajudam a compreender sua essência:

- A vida é entendida como um processo dinâmico que possui características universais, as quais são independentes do tipo de matéria da qual se compõe. Portanto, a vida é considerada uma propriedade emergente que resulta da organização da matéria.
- Há um enfoque sintético na investigação e criação de vida.
- O campo abrange fenômenos semelhantes à vida, criados artificialmente por seres humanos em vez de surgirem naturalmente, independentemente dos métodos ou meios empregados para a síntese de tais fenômenos.

Ao desenvolver um sistema de **vida artificial** com o propósito de emular um sistema natural, é recomendável iniciá-lo identificando os mecanismos, processos, propriedades e princípios inerentes ao sistema natural em foco. após esse

entendimento, esses elementos fundamentais devem ser incorporados em uma simulação governada unicamente por regras locais, ou instruções de baixo nível, permitindo assim a emergência de novos padrões e comportamentos em um nível superior, ou global. é crucial evitar a imposição de nossas próprias teorias racionais ou outras restrições artificiais ao sistema. em vez disso, o sistema deve ser limitado somente por aspectos intrínsecos, tais como as leis físicas, as regras locais, princípios da seleção natural e as interações das células do sistema imunológico (castro, 2006).

Dentro do campo de pesquisa da **vida artificial**, estudos emblemáticos focam em fenômenos como rebanhos, manadas e cardumes. Observar os movimentos sincronizados de um bando de pássaros, de uma manada terrestre ou de um cardume de peixes é testemunhar comportamentos sociais de grande beleza e complexidade. A criação de representações gráficas animadas desses comportamentos, feitas por computadores, representa um desafio significativo, especialmente quando se tenta mapear as trajetórias de vários agentes utilizando técnicas avançadas de animação computacional (CASTRO, 2007). Reynolds (1987) ilustrou em seu trabalho que o comportamento coletivo de um bando pode ser simulado por meio de regras aplicadas aos agentes individuais, que reagem conforme sua percepção local do ambiente. De acordo com esse modelo (REYNOLDS *et al.*, 1999), agentes virtuais simulando pássaros, quando posicionados próximos uns dos outros, tendem a formar um grupo coeso, mantendo ao mesmo tempo uma distância segura entre si. Esse agrupamento rapidamente se alinha, com os indivíduos movendo-se na mesma direção e velocidade. Mudanças de direção são coordenadas entre os agentes. Aqueles que estão sozinhos ou em grupos menores buscam se juntar a coletivos maiores e, diante de obstáculos, podem se separar temporariamente em subgrupos menores (CASTRO, 2007).

Atualmente, o campo de pesquisa em **vida artificial** está intimamente ligado à indústria do entretenimento. Um exemplo notável é o robô Aibo, ilustrado na figura 2 (CASTRO, 2006).

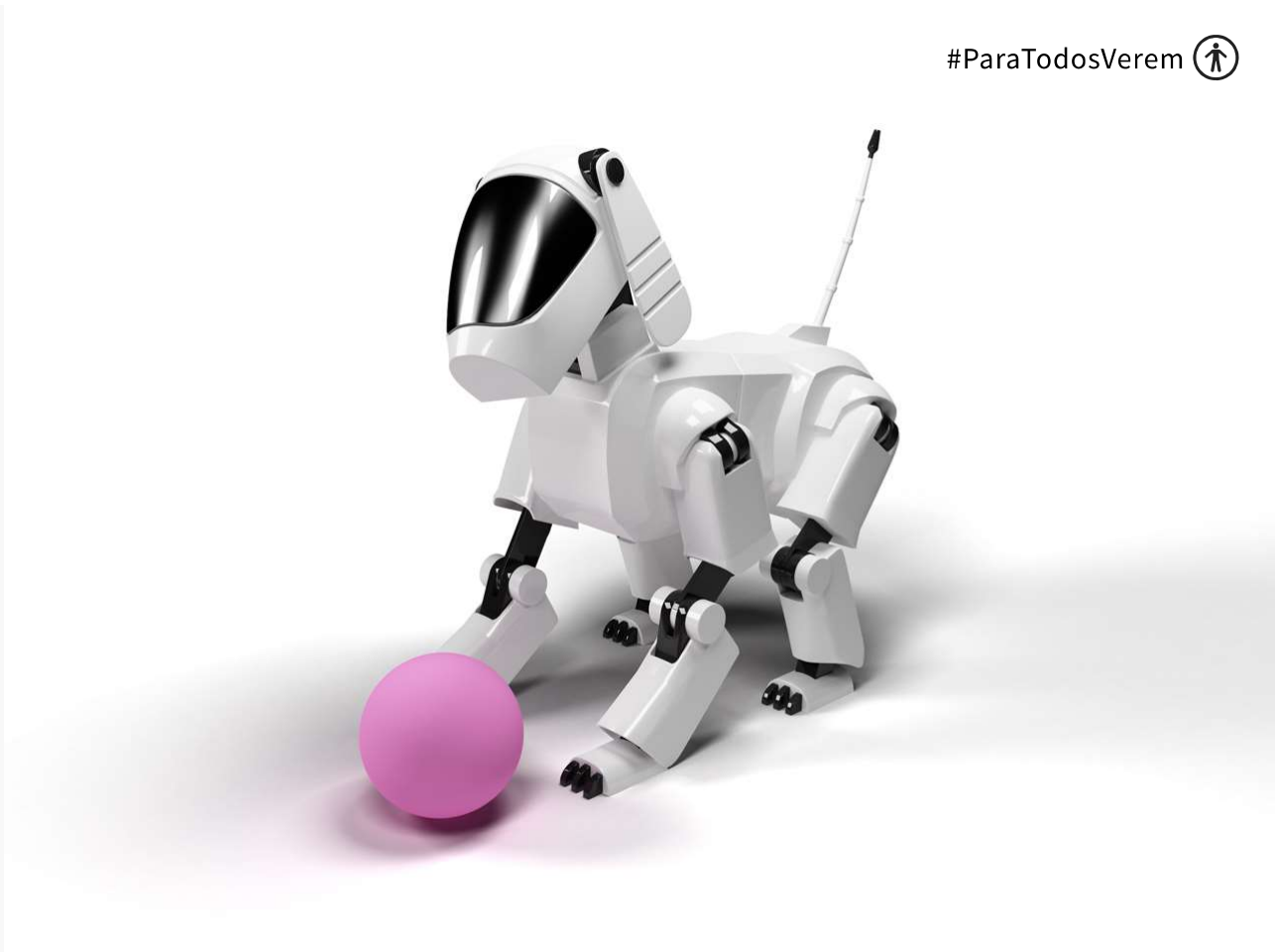


Figura 2: Robô Aibo. Fonte: ©Alexei Sysoev/Adobe Stock.

A **computação baseada em DNA** fundamenta-se na transição dos tradicionais *microchips* para o uso de moléculas de DNA, conforme ilustrado na figura 3. Essa abordagem explora a capacidade inata das moléculas orgânicas de processar informações, visando a substituir componentes digitais básicos (PAUN; ROZENBERG; SALOMAA, 2005). Envolve o emprego de biomoléculas e operações biomoleculares para resolver problemas e efetuar cálculos, representando uma interseção inovadora entre a ciência da computação e a biologia molecular (CASTRO, 2006).

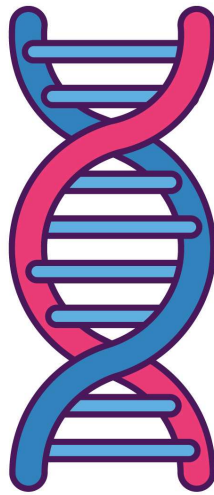


Figura 3: Hélice de DNA. Fonte: ©Aspi13/Adobe Stock.

Ruben e Landweber (2020) destacam que a **computação baseada em DNA** apresenta distinções notáveis em comparação com os computadores de silício atuais:

- Utiliza DNA como uma estrutura de dados, armazenando informações por meio de sequências construídas com um alfabeto quaternário {A, C, G, T} em vez do alfabeto binário {0, 1} usado em computadores convencionais.
- A estrutura do DNA e os métodos para sua manipulação divergem radicalmente das estruturas de dados e operações em computadores modernos, permitindo que o DNA e, conseqüentemente, os computadores que o utilizam operem de forma massivamente paralela.
- Os cálculos podem ser efetuados em escala molecular, com limites de miniaturização que a indústria de semicondutores provavelmente não alcançará.
- Computadores baseados em DNA têm o potencial de operar com alta eficiência energética e armazenamento de informações de maneira custo-eficiente.
- Tais computadores poderiam ser empregados na resolução de problemas que seriam impraticáveis para computadores padrão.

Agora teremos uma videoaula especial para fornecer orientações detalhadas sobre a atividade somativa da semana 8. Certifique-se de participar e aproveitar ao máximo as informações que serão compartilhadas, pois elas serão a chave para o seu sucesso na avaliação que se aproxima. O código utilizado está disponível [aqui](#). Prepare-se para mergulhar fundo no conteúdo e sair com uma compreensão clara do que é esperado de você nessa fase crucial do curso!

Olá! Encerramos a sétima semana do curso, um período em que nos debruçamos sobre dois tópicos fundamentais da computação natural: a vida artificial e a computação baseada em DNA.

Exploramos como a vida artificial se concentra no estudo de sistemas criados pelo ser humano que manifestam comportamentos típicos de sistemas vivos naturais. Esse campo tem o potencial de auxiliar a ciência biológica convencional na compreensão de organismos vivos, replicando comportamentos vitais por meio da computação (LANGTON, 1988). Paralelamente, investigamos como a computação baseada em DNA visa a substituir *microchips* por moléculas de DNA, empregando biomoléculas e operações biomoleculares para a resolução de problemas e execução de cálculos complexos (PAUN; ROZENBERG; SALOMAA, 2005; CASTRO, 2006).

Nesta semana, também demos início à nossa avaliação somativa, que se estenderá pelas semanas 7 e 8. Adicionalmente, tivemos uma videoaula que serviu como preparação para essa importante fase de avaliação.

CASTRO, L. N. **Fundamentals of natural computing**: basic concepts, algorithms, and applications. [S.l.]: CRC, 2006.

CASTRO, L. N. **Fundamentals of natural computing**: an overview. *Physics of Life Reviews*, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 1-36, 2007.

LANGTON, C. G. **Artificial life**. [S.l.]: Addison-Wesley, 1988.

PAUN, G.; ROZENBERG, G.; SALOMAA, A. **DNA computing**: new computing paradigms. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2005.

REYNOLDS, C. W. Flocks, herds and schools: a distributed behavioral model. *In*: ANNUAL CONFERENCE ON COMPUTER GRAPHICS AND INTERACTIVE TECHNIQUES, 14., 1987, New York. Proceedings [...]. [S.l.: s.n.], 1987. p. 25-34.

REYNOLDS, C. W. *et al.* Steering behaviors for autonomous characters. *In*: GAME DEVELOPERS CONFERENCE, 1999, [S.l.]. Proceedings [...]. [S.l.: s.n.], 1999. p. 763-782.

RUBEN, A. J.; LANDWEBER, L. F. The past, present and future of molecular computing. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 69-72, 2000.



© PUCPR - Todos os direitos reservados.