

Sistemas Adaptativos Complexos

SCX5002-2017

Um sistema complexo é simplesmente um sistema no qual muitos elementos ou agentes interagem, levando a resultados emergentes que são muitas vezes difícil (ou impossível) prever simplesmente olhando para as interações individuais.

A parte "complexa" do chamado sistemas adaptativo complexos (SAC) refere-se à vasta interligação encontrada nestes sistemas e a dificuldade de previsão.

Um sistema adaptativo complexo é um sistema de grande escala cujos comportamentos podem mudar, evoluir ou se adaptar.

Um sistema adaptativo é um sistema que muda em face a perturbações para manter algum tipo de estado invariante . Para isso pode alterar suas propriedades ou modificar seu ambiente.

Um sistema adaptativo é necessariamente complexo, mas o inverso não é necessariamente verdadeiro.

A evolução é um resultado de um sistema adaptativo

Alguns exemplos de sistemas complexos:

- Padrões climáticos globais,
- colônias de cupins,
- padrões de tráfego,
- propagação de uma doença numa população,
- a Internet,
- evolução das ideias,
- uma sociedade,
- mercado e
- cadeia alimentar em um ecossistema (ecologia).

A complexidade resulta da inter-relação, interação e interconectividade de elementos dentro de uma sistema , bem como, entre um sistema e seu ambiente.

Murray Gell-Mann, em "Complexity" Vol. 1, n ° 5, 1995/96, traça o significado da palavra complexidade. **Plexo** significa trançado ou entrelaçado. **Complexo** significa trançado em conjunto, derivado do latim. A complexidade é, portanto, associada ao intrincado entrelaçamento ou interconectividade de elementos dentro de um sistema e entre um sistema e seu ambiente.

SAC são sistemas dinâmicos capazes de se adaptar e evoluir com um ambiente em mudança. É importante perceber que, neste contexto, não há separação entre um sistema e seu ambiente. A ideia é que um sistema sempre se adapta em um ambiente em mudança. Muitas vezes é melhor pensar em co-evolução das partes relacionadas e não simplesmente como adaptação a um meio ambiente (feedbacks).

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Controle Distribuído

Não há um único mecanismo de controle centralizado que rege o comportamento do sistema. Embora as inter-relações entre os elementos do sistema produzem coerência, o comportamento geral não pode ser explicado apenas como a soma das partes individuais.

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Conectividade

A complexidade resulta da inter-relação, interação e interconectividade do elementos dentro de um sistema e entre um sistema e seu ambiente. Isto implica que uma decisão ou ação por uma parte dentro de um sistema irá influenciar todas as outras partes relacionadas, mas não de forma uniforme..

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Co-evolução

Devido a co-evolução, os elementos de um sistema podem mudar com base na interação deles e com o ambiente. Além disso, os padrões de comportamento podem mudar ao longo do tempo. Em 1993, Stuart Kauffman descreveu co-evolução com seu conceito de paisagens de fitness. A paisagem da aptidão para um Sistema, X , consiste em uma matriz de todas as possíveis estratégias de sobrevivência disponíveis para ele.

Paisagem compreende de muitos picos e vales. Quanto maior o pico, maior a aptidão que representa. A evolução de X pode ser pensada como uma viagem através da paisagem da aptidão com o objetivo de localizar a pico mais alto.

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Dependência sensível às condições iniciais

O conceito de lock-in foi originalmente desenvolvido por Arthur (1989), que

Discutiu o resultado da competição entre as tecnologias na presença de

Retornos crescentes para adoção. Em particular, pequenos acidentes

Fornecer uma determinada tecnologia uma vantagem inicial sobre os concorrentes que pode criar caminho

Dependência - por causa dos custos de comutação - e, portanto, levar ao

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Dependência do caminho ou trajetória

pode significar apenas que: Onde estamos hoje é um resultado do que aconteceu no passado. Por exemplo, a afirmação "economizamos e investimos no ano passado e, portanto, temos ativos hoje" pode ser melhor expresso como "o estoque de capital é dependente do caminho".

Dependência do caminho ou trajetória e o Lock-in

O conceito de lock-in foi originalmente desenvolvido por Arthur (1989), que discutiu o resultado da competição entre as tecnologias na presença de retornos crescentes para adoção. Em particular, pequenos acidentes gera uma vantagem inicial sobre os concorrentes, por causa dos custos de comutação. Devido a processos de auto-reforço e estados absorventes, o que faz com que a economia bloquear-se em um resultado que não é necessariamente superior a outros, não é facilmente alterados e não são previsíveis com antecedência (Arthur, 1989; Cowan e Gunby, 1996). O A presença de retornos crescentes cria um efeito de bandwagon aumentando a lucratividade, pois o número de adotantes aumenta.

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Dependência sensível às condições iniciais

Dependência do caminho ou trajetória

pode significar apenas que: Onde estamos hoje é um resultado do que aconteceu no passado. Por exemplo, a afirmação "economizamos e investimos no ano passado e, portanto, temos ativos hoje" pode ser melhor expresso como "o estoque de capital é dependente do caminho".

Path dependence versus sensibility to initial conditions

A dependência do caminho e o caos têm uma aparente unidade que pode ser enganosa. Na teoria do caos, pequenos eventos ou perturbações tendem a fazer com que um sistema evolua de maneira muito diferente, mas o sistema nunca se estabelece em qualquer caminho repetível ou equilíbrio fixo. A essência da "teoria do caos" é que esse padrão aparentemente interminável, que nunca encontra um equilíbrio, não é aleatório, mas tem uma estrutura determinada.

Path dependence versus sensibility to initial conditions

A dependência do caminho tem importado a visão de que pequenas perturbações iniciais são importantes, mas enxertou isso em uma teoria onde há um número finito de estados alternativos perfeitamente estáveis, um dos quais surgirá com base nas condições iniciais particulares. O "desequilíbrio" sem fim que parece a essência da teoria do caos está, portanto, ausente da análise econômica da dependência do caminho. "

<https://www.utdallas.edu/~liebowit/palgrave/palpd.html>

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Longe de equilíbrio

Em 1989, Nicolis e Prigogine mostraram que quando um sistema físico ou químico são levados para fora ou longe do equilíbrio, ele pode sobreviver e prosperar. Se o sistema permanecer em equilíbrio, ele morrerá. O "longe do equilíbrio" ilustra como sistemas que são forçados a explorar seu espaço de possibilidades vão criar diferentes estruturas e novos padrões de relacionamento.

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Longe de equilíbrio

A regularidade do intervalo de pulsação é um sinal de perigo - ordem na dinâmica do coração indica insensibilidade e inflexibilidade. Portanto, pode-se dizer que sistemas adaptativos complexos funcionam melhor quando combinam ordem e caos em uma medida apropriada

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Ordem Emergente

A ordem pode resultar de interações de feedback não-lineares entre agentes. A ordem contraria a segunda lei da termodinâmica, portanto, ela é vista como um fenômeno emergente.

O que é a ordem?

Em que medida a ordem emerge em sistemas complexos?

Atributos de Sistemas Adaptativos Complexos

Estado de Paradoxo

Outras pesquisas em sistemas adaptativos complexos indicaram dinâmicas combinando ordem e caos. Este aspecto reforça a ideia de instabilidade limitada ou a borda do caos que é caracterizada por um estado de paradoxo:

Estabilidade e instabilidade, concorrência e cooperação, ordem e desordem.

Seleção Natural

O que se entende por seleção natural de Darwin?

A Seleção natural é um dos mecanismos básicos da evolução, junto com a mutação, migração e deriva genética.

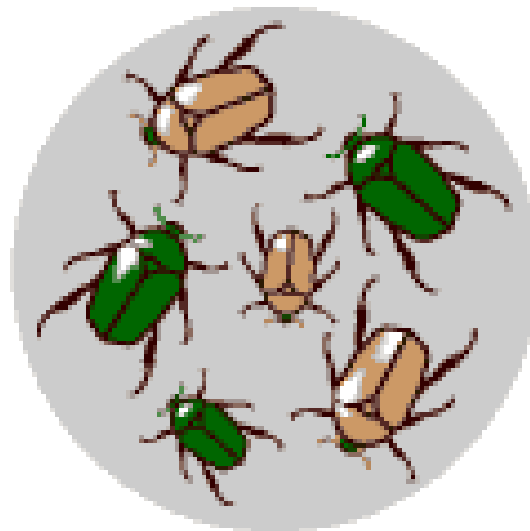
*“Survival of fitness, elimination of ‘inferior’ individual
” Eliminação dos menos aptos!*

Seleção Natural

O que se entende por seleção natural de Darwin?

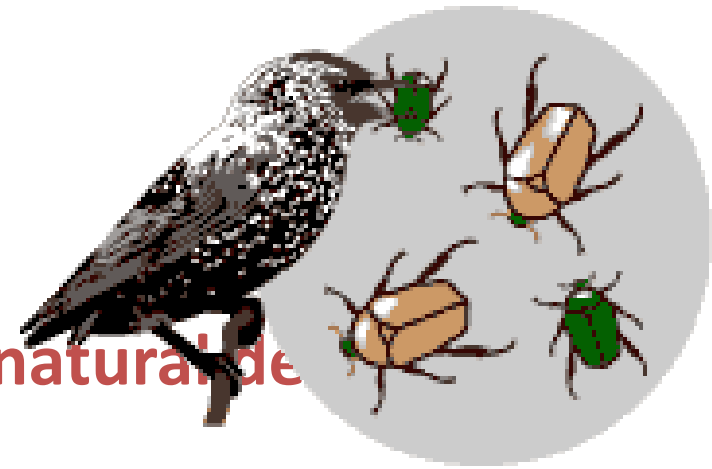
Há variação nos traços.

Por exemplo, alguns besouros são verdes e outros são marrons.



Seleção Natural

O que se entende por seleção natural de



Há reprodução diferenciada.

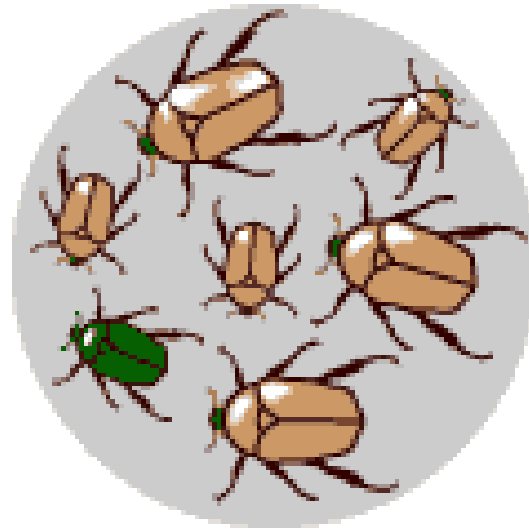
Como o meio ambiente não pode suportar crescimentos populacionais ilimitados, nem todos os indivíduos conseguem reproduzir usando todo seu potencial. Nesse exemplo, besouros verdes tendem a ser comidos por pássaros, logo, sobrevivem para reproduzir em menor frequência que os besouros marrons.

Seleção Natural

O que se entende por seleção natural de Darwin?

Há hereditariedade.

Os besouros marrons sobreviventes têm besouros bebês marrons porque esse traço tem uma base genética.

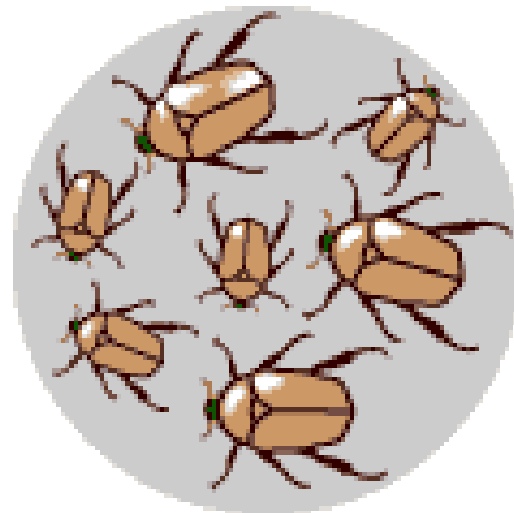


Seleção Natural

O que se entende por seleção natural de Darwin?

Resultado final:

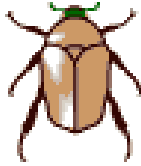
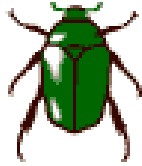
O traço mais vantajoso, a coloração marrom, que permite que os besouros tenham maior descendência, se torna mais comum na população. Se esse processo continuar, eventualmente todos os indivíduos da população serão marrons.



Seleção Natural

O que tem a Aptidão?

Biólogos usam a palavra aptidão para descrever quão bom um genótipo é em deixar descendentes para a próxima geração em relação a outros genótipos. Então, se besouros marrons constantemente deixam maior prole do que os besouros verdes por causa de sua cor, poderíamos dizer que os besouros marrons têm maior aptidão.

		
Número dos que sobrevivem comparados ao total	95 %	33 %

Seleção Natural: O que tem a Aptidão?

Obviamente, aptidão é algo relativo. A aptidão de um genótipo depende do ambiente no qual o organismo vive. O genótipo mais apto durante a era do gelo, por exemplo, provavelmente não é o mais apto quando a era do gelo acaba.

Aptidão é um conceito muito útil porque reúne tudo que importa para seleção natural (sobrevivência, encontrar parceiros, reprodução) em uma única ideia. O indivíduo mais apto não é necessariamente o mais forte, mais rápido ou maior. A aptidão de um genótipo inclui a habilidade de sobreviver, encontrar um parceiro, produzir descendência – e, finalmente, deixar seus genes na próxima geração.

Seleção Natural? Nem tudo é uma adaptação

Apesar de os seres vivos apresentarem algumas adaptações impressionantes, muitas características das espécies não são adaptações de maneira alguma.

É tentador procurar explicações adaptativas para tudo, desde o formato de uma pétala de flor até o jeito com que seu cachorro dá voltas em círculo antes de deitar para dormir ou o cabelo espetacularmente loiro da sua vizinha.

existem outras explicações para considerar?

Seleção Natural? Nem tudo é uma adaptação

O resultado da história. Por que a sequência GGC codifica o aminoácido glicina em uma proteína, ao invés de algum outro aminoácido? Porque foi assim no início – e é desse jeito que nós herdamos do nosso ancestral comum. Não há nada especial no relacionamento entre GGC e a glicina. É apenas um acidente histórico que permaneceu

Seleção Natural? Nem tudo é uma adaptação

Somente um subproduto. Por que o sangue é vermelho? É um subproduto da química do sangue que faz com que ele reflita luz vermelha. A química do sangue pode ser uma adaptação, mas a vermelhidão do sangue não é

O resultado da deriva genética. Alguns biólogos podem ficar bem impressionados com o quanto a variação genética é adaptativa e mantida pela seleção natural e com o quanto é neutra e mantida pela deriva genética

Seleção Natural: Requisitos para ser uma adaptação

Uma adaptação é uma característica produzida pela seleção natural para sua função atual. Baseados nessa definição nós podemos fazer previsões específicas (“Se X é uma adaptação para uma função em particular, então podemos prever que...”) e ver se nossas previsões correspondem às nossas observações. Como exemplo, nós consideraremos a hipótese: **o surgimento das penas é uma adaptação para o vôo das aves.** A evidência é consistente com a hipótese?

Seleção Natural: Requisitos para ser uma adaptação

Herdável

Se foi moldado pela seleção natural, deve ser codificado geneticamente – já que a seleção natural não pode agir sobre traços que não são transmitidos para a descendência. As penas são herdáveis? Sim. Aves bebês crescem tendo penas assim como seus pais.

Seleção Natural: Requisitos para ser uma adaptação

Funcional

Se foi moldado pela seleção natural para uma tarefa particular, o traço deve realmente realizar essa tarefa. As penas funcionam para habilitar o vôo? No caso do vôo das aves, a resposta é bem óbvia. Aves com penas são capazes de voar e aves sem penas, não o seriam.

Seleção Natural: Requisitos para ser uma adaptação

Aumentar a aptidão

Se foi moldado pela seleção natural, deve aumentar a aptidão dos organismos que o tem – já que a seleção natural somente aumenta a frequência de traços que aumentam a aptidão. As aves são mais aptas com penas do que sem? Aves sem penas não irão deixar tantos descendentes quanto aquelas com penas.

Nós poderíamos realizar experimentos para testar cada um desses critérios de avaliação. Até agora tudo bem – a característica poderia ter sido moldada pela seleção natural. Mas nós também temos que olhar para perguntas históricas sobre o que estava acontecendo quando ela surgiu.