

Vida e Educação em Ciências

2 Conceitos científicos de vida



Vida na ciência contemporânea

A visão tradicional entre os cientistas sobre a possibilidade de definição de “vida” pode ser muito bem representada pelas ideias de Mayr. Em sua obra “O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança”, Mayr apresenta certo ceticismo entre os cientistas, concordando ele mesmo com a impossibilidade de chegarmos a uma definição plausível:

Tentativas para definir “vida” foram feitas com frequência. Esses esforços são simplesmente fúteis, visto que atualmente está bastante claro que não há uma substância, um objeto ou uma força especial que possa ser identificado com a vida. Contudo, os processos de vida podem ser definidos. Não há dúvida de que os organismos vivos possuem certos atributos que não se encontram, ou não são encontrados da mesma maneira, nos objetos inanimados. Diferentes autores ressaltaram diferentes características, mas não pude encontrar na literatura uma lista adequada de tais propriedades.



Atividades

Blog LEVANTAMENTO DE CONCEPÇÕES E EXPERIÊNCIAS PRÉVIAS

Apresente em seu blog a seguinte atividade:

Para esta atividade, indique qual o material didático que você utiliza em sala de aula (Cadernos da Secretaria de Estado da Educação, livros didáticos, outros materiais de apoio, etc). Nesse(s) material(is), há uma definição de vida? Se sim, como está apresentada? Faça uma análise crítica das concepções encontradas (ou da ausência delas!) no material didático que você utiliza em sala de aula e algum outro à sua escolha.

Vida na Ciência e no Ensino de Ciências

Para Mayr, o ceticismo quanto a encontrar uma definição de vida está relacionado, entre outros fatores, à rejeição a uma linha de pensamento denominada vitalismo. Como os vitalistas falharam em sua tentativa de provar a existência de uma substância própria dos seres vivos, e com a visão que surgia entre os estudiosos da vida, no fim do século XIX, de que os seres vivos são compostos da mesma matéria que os seres inanimados (ou seja, não possuem uma substância particular), cresceu entre os cientistas a opinião de que não é possível definir “vida”. Ou, talvez pior, fortaleceu-se a opinião de que, caso isso seja possível, é algo tão complexo que não vale a pena. Para que ter um conceito preciso de vida se os experimentos com seres vivos não exigem que eu saiba o que é vida, mas somente que eu perceba se o ser estudado está vivo ou não?



Figura 2.1 Ernst Mayr. / Fonte: Cepa

Se considerarmos que a pesquisa biológica está restrita à pesquisa experimental, realmente não fará muita diferença, mas se dermos atenção à biologia teórica, veremos que esse problema é crucial: a definição de “vida”, de forma clara e direta (como exigem as conceituações científicas), é fundamental para a diferenciação de todo um campo de conhecimento. Sendo a vida o objeto de estudo da Biologia, que a diferencia da Física e da Química, seria necessário caracterizar os sistemas estudados, no caso, os sistemas vivos.

Outra dificuldade apresentada por muitos cientistas para definir “vida” é o fato de que para toda definição sempre haverá exceções e, portanto, não será possível chegar a uma solução precisa. Podemos dizer que um ser vivo se reproduz, mas encontraremos a mula para negar esse conceito. Podemos dizer que todo ser vivo tem metabolismo, mas os vírus serão um problema. Assim, todas as tentativas de definir “vida” estão fadadas ao fracasso. Neste tipo de argumento, podemos perceber a existência de uma visão essencialista de definição de vida: para que um ser seja definido como vivo é **imprescindível** que compartilhe com outros seres vivos um conjunto de propriedades **essenciais** que possam ser elencadas e verificadas. Essa visão é bastante comum nos livros didáticos de ciências: são numerosas as listas de propriedades que caracterizam os seres vivos. Algumas priorizam os componentes dos sistemas vivos e seus modos de funcionamento (por exemplo, presença de ácidos nucleicos, ocorrência de interação de proteínas em um solvente aquoso), outras ressaltam as propriedades termodinâmicas ou a necessidade de possuir metabolismo, ou ainda a necessidade de reprodução e replicação. É comum ainda encontrarmos várias dessas e outras propriedades em um mesmo conjunto. Mas existe a lista mais correta?

O problema das listas de propriedades é o fato de que seus autores consideram a vida não como um fenômeno, mas como uma característica dos seres vivos. Supor que uma lista seja melhor do que outra significa priorizar determinadas características. E, sem dúvida, há muita polêmica sobre quais propriedades são as melhores para definir algo como vivo.

Mas, então, qual é a saída? Quais as opções à visão essencialista?

Emmeche e El-Hani, em um capítulo do livro “O que é vida? Para entender a Biologia do século XXI”, argumentam que não somente é possível definir vida de forma não essencialista como já existem boas definições. Para eles, uma definição satisfatória de vida exige que mudemos nossa visão comum sobre **o que é definir**. Não podemos pressupor que

conceitos amplos como vida, matéria ou mente tenham a mesma precisão em sua definição que os termos mais específicos como ácido nucleico ou transcrição gênica. Além disso, é importante que retomemos uma ideia discutida, na primeira disciplina deste curso, sobre os paradigmas da ciência. Como vimos, para Thomas Kuhn, é o paradigma que fornece, durante certo período, os modelos de pesquisa e as soluções aceitáveis para um determinado grupo de pesquisadores. Sob um paradigma, os conceitos são definidos em relação uns aos outros, ou seja, para ser definido, um conceito é inserido em uma rede de outros conceitos. Assim, na visão paradigmática de definição de vida, ao contrário da essencialista, não é necessária uma lista de propriedades para caracterizar um ser vivo. Os atributos serão listados, pois são importantes para caracterizar o fenômeno, mas, agora, eles estarão ligados em uma rede de outros conceitos e farão sentido à luz de algum paradigma vigente.

Questionário

Após a leitura de duas matérias jornalísticas (“[Vida além da Terra](#)” e “[Arsênio, ETs e polêmica na internet](#)” – acesse-as pelos links no ambiente virtual) sobre a recente notícia gerada pela NASA sobre microrganismos consumidores de arsênio, responda às questões:

1. Como os resultados de novas pesquisas científicas são considerados “científicos”? Como são validados?
2. Qual concepção de vida está implícita na pesquisa relatada? Em qual rede conceitual ela se insere?

Algumas definições de vida encontradas na literatura científica podem ser consideradas como uma alternativa ao externalismo e ao essencialismo observados entre estudantes por Coutinho, Mortimer e El-Hani (texto sobre o perfil conceitual de vida analisado na Aula 1 desta disciplina). Discutiremos aqui duas delas: vida como seleção natural de replicadores e vida como autopoiese.

Vida como seleção natural de replicadores

Nesta concepção, a vida pode ser definida como a seleção natural de entidades que fazem cópias de si mesmas. A vida seria uma propriedade de *populações* dessas entidades que conseguem se reproduzir, herdam características de seus predecessores, apresentam variações decorrentes de mutações e têm suas chances de deixar descendentes determinadas pelo sucesso de suas propriedades em seu ambiente.

Você pode perguntar: mas esta também não é uma lista de características? Para Emmeche e El-Hani, há uma diferença fundamental. Em qualquer tentativa de definir “vida”, haverá atributos definidos desse fenômeno. Entretanto, agora não se buscam propriedades essenciais, substâncias ou forças especiais que caracterizem a vida, tampouco uma lista de propriedades necessárias para que se considere um sistema como vivo, mas trata-se de identificar propriedades que deem significado ao conceito de vida em uma rede de outros conceitos. Para os autores, essa definição está inserida em um paradigma vigente da biologia moderna: a biologia evolutiva neodarwinista.

Um pesquisador bastante conhecido (em parte, graças ao seu talento para a divulgação científica), que defende essa definição de vida, é Richard Dawkins. Para ele, as células e os organismos



Figura 2.2 Richard Dawkins.
/ Fonte: Cepa

multicelulares são apenas veículos para a sobrevivência das informações contidas nos genes, chamados por Dawkins de replicadores. A vida é definida, nesse sentido, pela seleção natural de genes (replicadores) cada vez mais eficientes.

Em uma abordagem mais abrangente, David Hull destaca não somente o papel dos replicadores (por exemplo, genes) como também dos interagentes (por exemplo, organismos) e das linhagens. Nesse caso, o sucesso adaptativo do interagente determina a chance de os replicadores passarem suas cópias para a próxima geração.

No contexto da educação básica, o uso desse conceito traz algumas considerações. A primeira é a de que a proposta de Dawkins de “genes egoístas” reduz a ideia de vida à informação: os replicadores são sistemas informacionais que se autopropagam. A vida seria considerada, então, a realização de conjuntos de informação abstratos, podendo ocorrer tanto em uma tela de computador quanto na mata atlântica. Isso levaria a uma discussão mais ampla sobre vida artificial. A segunda é a de que a visão de Hull dá outra dimensão para o aspecto informacional da vida, relacionando-o com os processos evolutivos não somente no nível genético, mas também do organismo e suas linhagens. Assim, a vida não precisa ser definida como uma lista de propriedades como se vê nos livros didáticos, mas nos força a trazer o pensamento evolutivo para as nossas atividades de ensino-aprendizagem.



Figura 2.3 David Hull. / Fonte: Cepa

Vida como autopoiese

A Teoria da Autopoiese foi desenvolvida pelos filósofos e biólogos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela na década de 1970. Essa teoria é considerada um paradigma científico na Biologia, embora não tenha a mesma influência que a teoria evolutiva neodarwinista. O termo autopoiese significa “criar a si mesmo” e foi empregado como atributo definidor dos sistemas vivos. Assim, a vida seria um sistema organizado de forma circular e fechada que, por meio da produção, transformação e destruição de seus componentes, continuamente regenera a si mesmo. Em outras palavras, a vida é um sistema que se produz e se autotransforma. Entretanto, essa rede de componentes que possui um metabolismo e uma fronteira (membrana) é fechada em termos organizacionais, mas não em termos energéticos ou materiais. Há uma troca constante de energia e matéria com o ambiente externo.



Figura 2.4 a) Francisco Varela e b) Humberto Maturana

Aspectos como reprodução e evolução, como podemos perceber, são secundários nesta definição de vida. Em princípio, um sistema autopoietico é capaz de se reproduzir (por crescimento e divisão autocatalítica), de se adaptar aos distúrbios externos (pela homeostase) e

mesmo de mudar seu tipo de organização (por acúmulo de mudanças em sua estrutura). Entretanto, esses não são atributos centrais. Além disso, o sistema autopoietico não é capaz de integrar o processo de evolução darwiniana, pois não possui mecanismo genético para isso. A ideia de um código genético como algo intrínseco à vida é descartada nessa definição.

Enquanto a definição de vida como seleção natural de replicadores tem seu foco totalmente centrado na evolução, a definição de vida como autopoiese está centrada na ideia de metabolismo. Na tensão entre os aspectos individual/metabólico e coletivo/evolutivo, cada uma dessas definições prioriza um dos lados.

Mas podemos encontrar tentativas de integrar essas duas concepções em uma única definição. Os pesquisadores espanhóis Ruiz-Mirazo, Peretó e Moreno, em 2004, propuseram a ideia de vida como um sistema autônomo com evolução aberta. Mas o que seria isso? Por autônomo, os pesquisadores entendem um sistema longe do equilíbrio, que se constitui e se mantém criando sua própria organização, algo bem parecido com o conceito de autopoiese. Mas, agora, este sistema autônomo tem o potencial de reproduzir sua dinâmica básica, gerando tanto variações dessa dinâmica quanto formas de registro dessas variações (que não precisaria ser somente o DNA, mas poderia ser, por exemplo, a própria estrutura do sistema).

Já Damiano e Luisi propuseram, em 2010, que um sistema vivo é “um sistema capaz de autoprodução e automanutenção, por meio de uma rede regenerativa de processos, que ocorrem dentro de um limite feito por ele mesmo e que recria a si próprio por interações cognitivas ou adaptativas com o meio. Claramente, eles definem “vida” baseados na teoria da autopoiese, mas levando em conta a noção de cognição, ou seja, de interação adaptativa com o ambiente. Assim, relacionam a autopoiese não somente ao metabolismo, mas também à evolução, acalmando muitas das críticas feitas a essa noção de vida.

Fórum

Revistas e sites de divulgação científica e educação em geral podem ser boas fontes de materiais didáticos para usarmos em sala de aula (clique [aqui](#) para ver um exemplo). Após a leitura, dê sua opinião neste fórum sobre as dificuldades em trabalharmos com conceitos mais teóricos de vida no Ensino Fundamental.

Atenção: o exemplo é um subsídio para sua resposta, mas o fórum não deve focar-se na análise desse exemplo e sim nas dificuldades. Não se esqueça de sempre fazer as citações de material da forma correta, seguindo as normas da ABNT.

Definindo vida

Quais as contribuições para o Ensino de Ciências?

Quando falamos em discutir vida no contexto escolar, há uma questão que não podemos deixar de trazer: “É importante que alunos do Ensino Fundamental definam vida?” Alguns responderão prontamente que não, que esse é um tema irrelevante. Outros dirão que é muito complexo e que deveria ser abordado no Ensino Médio. Alguns ainda enfatizarão que já fazem isso, mas que é um tópico introdutório ao estudo dos seres vivos.



Figura 2.5 Aula

Na Proposta Curricular do Estado de São Paulo “Ciências, Ensino Fundamental, Ciclo II, de 2008, o tema “vida” é recorrente. Discussões sobre a origem e a evolução da vida são sugeridas para o 3º e 4º ciclos, mas a proposta de discutir a definição de vida aparece bastante tímida:

O aprendizado das Ciências no Ensino Fundamental deve desenvolver temas que preparem o aluno para [...] refletir sobre a existência do homem, da Terra, do Universo e também sobre o próprio significado de vida (p. 46 e 47).

Concordamos que trabalhar o conceito de vida de uma forma teórica, que fuja das listas de propriedades, realmente é uma tarefa complexa, mas trazemos alguns argumentos para ponderar essa dificuldade:

1. Sempre falamos sobre a necessidade de um Ensino de Ciências, que não seja voltado somente para a memorização de conceitos, mas que estimule os estudantes a olhar para o mundo e refletir sobre ele. Discutir vida de forma teórica pode ajudar os alunos a não decorar uma lista de características, mas, a partir do que entende por ser vivo, construir uma nova visão sobre esse fenômeno. Ao trazermos a concepção de vida como um sistema autônomo que evolui, por exemplo, colocamos esse conceito em relação com outros conceitos, como interações com o ambiente, reprodução e seleção natural. O conceito de vida, portanto, pode ajudar o aluno a desenvolver seu pensamento teórico;
2. Temas polêmicos como vida extraterrestre, vida artificial, células-tronco, aborto ou eutanásia têm como pano de fundo a definição de vida. Esse é um conceito estruturante, que pode ajudar nossos estudantes a se posicionar mais conscientemente nessas discussões;
3. Uma definição satisfatória de vida é importante ainda quando são discutidos temas como origem da vida e evolução. Para termos uma visão sobre como a vida se originou, precisamos ter claro o que entendemos por vida!

E esse será justamente o tema de nossa próxima aula: as origens da vida!

Referências bibliográficas

- DAMIANO, L.; LUISI, P.L. **Towards an autopoietic redefinition of life. Origins of Life and Evolution of the Biosphere**, v. 40, p. 145-149, 2010.
- EL-HANI, Charbel; VIDEIRA, Antonio (orgs.). **O que é vida?** Para entender a biologia do século XXI. Rio de Janeiro: FAPERJ/Editora Relume-Dumará, 2000.
- EMMECHE, Claus; EL-HANI, Charbel. **Definindo vida, explicando emergência.** (acesse-o pelo link no ambiente virtual)
- MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorian. **O que é vida.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.
- MAYR, Ernst. **This Is Biology: The Science of the Living World.** Harvard: Belknap Press of Harvard University Press, 1998.
- MAYR, Ernst. **Biologia – Ciência Única.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- RUIZ-MIRAZO, K.; PERETÓ, J.; MORENO, A. **A universal definition of life: autonomy and open-ended evolution.** *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, v. 34, p. 323-346, 2004.

Vale a pena consultar

Vídeos (acesse-os também no ambiente virtual)

- [Vida sintética \(parte 1\)](#)

Links (acesse-os também no ambiente virtual)

1. Vida extraterrestre
 - Ciência Hoje – [Procurando vida? O nitrogênio é a pista!](#)
2. Vida e células-tronco
 - Ciência Hoje – [Quando começa e quando termina a vida](#)
3. Aborto
 - Ciência Hoje – [Nem todo vivente é pessoa](#)
4. Links interessantes sobre divulgação científica para crianças e jovens
 - [Blog Explorador mirim](#)



Fonte: CEPA