

**Prof. Dr. Sergio Pilling**

**Aluno: Alexandre Bergantini de Souza**

**Will Robson Monteiro Rocha**

**Fredson de Araujo Vasconcelos**

**Aula 13 - Definições de Vida (anteriores e atuais). Conceito filosófico "de ser" vivo e "estar" vivo. Hipótese GAIA.**

## 1. Introdução

Definir vida é uma questão complexa que afeta ramos inteiros da biologia, bioquímica, genética e, finalmente, a busca de vida em outros lugares do universo<sup>11</sup>. O esforço em entender a vida passa por questões teológicas, filosóficas e científicas. É um desafio para os cientistas e filósofos definir a vida em termos claros. Isto é difícil, em parte, porque a vida é um processo, não uma substância pura.<sup>13</sup> Qualquer definição deverá ser suficientemente ampla para abranger toda a vida com a qual estamos familiarizados, e deve ser suficientemente geral para incluir vida que pode ser fundamentalmente diferente da vida na Terra.

Para pessoas comuns da sociedade, a vida é desfrutar de boas coisas, estar com a família e etc. Para um cientista existem critérios sistemáticos para saber se há ou não vida em algo. Nesse sentido cada ser consciente pode ter sua própria ideia do que é vida. Por exemplo, num Workshop sobre vida, que aconteceu na cidade de Modena, Itália, em 2003, cada membro da Sociedade Internacional para Estudos de Origens da Vida foi instigado a dar uma definição para a vida. Foram dadas 78 definições diferentes que ocuparam 40 páginas nos relatórios do Workshop.

O sentido da vida, o seu significado, origem, propósito e destino final, é um conceito central e uma pergunta em filosofia e religião. Tanto a filosofia e a religião têm oferecido interpretações de como a vida se relaciona à existência e à consciência, e em questões relacionadas tais como postura de vida, o propósito, a concepção de um deus ou deuses, uma alma ou vida após a morte.

No entanto, tratando-se do aspecto científico, é preciso ter, pelo menos, uma ideia sistemática do que é vida. Por exemplo, um médico precisa saber constatar se um ser está vivo ou morto no sentido biológico. A busca por vida em outros sistemas solares exige que saiba o que se quer encontrar como vida. Então conceitualmente, a vida precisa ser ampla, para abranger vários aspectos do que é conhecido do mundo em que vivemos e possivelmente de outros mundos, como também precisa ser restrita, para que saiba detectar-se aspectos clínicos vitais.

Nesta aula, abordaremos o conceito de VIDA, suas definições, significados, as teorias que discutem sua origem. Definiremos ainda o significado de "ser" vivo e "estar" vivo.

## 2. Definições de Vida

Definir vida é uma tarefa complexa, pois não trata de encontrar uma substância pura, mas é um processo. Então, isso não é apenas um desafio filosófico, mas cientificamente é necessário separar a matéria viva da matéria não viva, antes que se feche uma definição padrão. Abaixo apresentamos definições que classificamos em antigas em novas, tendo como fronteira a descoberta do DNA em 1953.

## 2.1 Anteriores

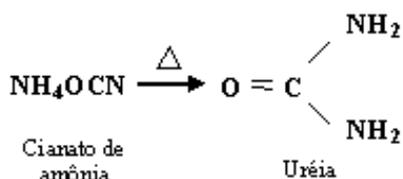
Várias foram as definições para o conceito de vida ao longo da história. As visões de definição foram mudando e evoluindo com o passar do tempo. A filosofia da ciência teve um papel importante na visão de significado e importância dos conceitos. No surgimento da filosofia da ciência foi necessária a presença de diversos filósofos com ideias bastante diferentes para o melhor entendimento da importância desses conceitos<sup>19</sup>. Ao que parece, o primeiro filósofo a apresentar uma definição formal de vida foi Aristóteles, em seu tratado denominado *Da Alma* (Coutinho, 2005). Para Aristóteles, todos os seres contêm dois princípios: a matéria e a forma, que segundo Ross (1987), podem ser compreendidos como inseparáveis. No entanto a matéria ainda que necessite da forma, continua existindo na ausência dela (Corrêa et al.). E, também, a forma para sua existência, requer não qualquer tipo de matéria, mas a matéria de uma determinada espécie. Enquanto “matéria” é, em geral, o potencial, “forma” é o corpo “em ação”. Aristóteles exprime que o ser é a entelúquia de um corpo orgânico “potencialmente dotado com vida” (Allan, 1983, p. 66). Em suma, em *Da Alma* Aristóteles diz que “a vida é aquilo pelo qual um ser se nutre, cresce e perece por si mesmo” (Aristóteles, *Da Alma*, II, 1, 412a, 10-20)<sup>14</sup>.

Para Tales, o fundador da escola Milésia, a água é a substância fundamental, da qual todas as outras são formas transientes. Note-se, no entanto, o aspecto crucial de que a ideia de substância nessa época não deve ser interpretada no sentido puramente material, como atualmente, mas que a Vida estava associada e era inerente a essa *substância*. Aristóteles dizia que a *substância de Tales estava cheia de deuses*<sup>25</sup>.

No pensamento grego, para Empedocles (430 a.C), as várias formas de vida são um agregado de matéria, após a combinação dos quatro elementos: terra, água, fogo e ar. Toda mudança é explicada pelo arranjo e rearranjo desses quatro elementos. As várias formas de vida são causadas por uma mistura apropriada de elementos<sup>20</sup>. Demócrito (460 a.C) caracterizou a vida como tudo que possui uma alma *psyche*.

Segundo a tradição Cristã, a vida é aquela que nos salva da morte e da aniquilação. Para São Tomás de Aquino (1225-1274), importante proponente clássico da teologia natural, a vida só é possível devido a uma força externa. Acreditava que Deus é o “*criador do céu e da terra, de todas as coisas visíveis e invisíveis*”. Tomás abraçou diversas ideias de Aristóteles - a quem ele se referia como “o Filósofo” - e tentou sintetizar a filosofia aristotélica com os princípios do cristianismo.

Na concepção do Vitalismo, é a crença de que o princípio de vida é não material. Isto se originou com Stahl (século 17), e dominou até a metade do século 19. Ele apelou aos filósofos como Henri Bergson, Nietzsche, Wilhelm Dilthey, anatomistas como Bichat e químicos como Liebig<sup>20</sup>. O vitalismo incluía a ideia de que havia uma diferença fundamental entre o material orgânico e inorgânico, e a crença de que orgânico material só pode ser derivada a partir de seres vivos. Isto foi refutado em 1828, quando Friedrich Wöhler preparou ureia a partir de materiais inorgânicos (aquecimento de cianeto de amônio).



Friedrich Wöhler

**Figura 1.** Reação da síntese de Wöhler. Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADntese\\_de\\_W%C3%B6hler](http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADntese_de_W%C3%B6hler)

Esta síntese Wöhler é considerado o ponto de partida da moderna química orgânica. É de importância histórica porque, pela primeira vez, um composto orgânico foi produzido a partir de reagentes inorgânicos<sup>20</sup>.

Em 1944 o físico Erwin Schrodinger definiu matéria viva como aquela que: “*evita declinar, indo para o estado de equilíbrio*”. Essa definição está relacionada com a segunda lei da termodinâmica. Em um mundo governado pela segunda lei da termodinâmica, são esperados que todos os sistemas isolados se aproximem de um estado de desordem máxima. Desde que a vida se aproxime e mantenha um estado altamente ordenado, alguns argumentam que isto parece violar a Segunda Lei acima mencionada, implicando um paradoxo. No entanto, desde que a vida não é um sistema isolado, não há paradoxo<sup>27</sup>.



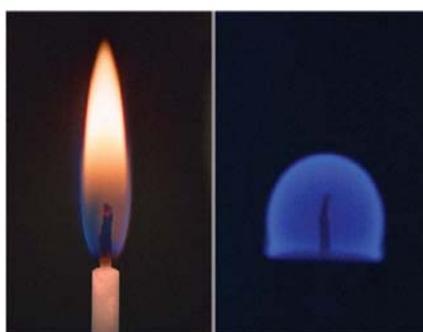
Erwin Schrödinger

O aumento da ordem dentro de um organismo é mais do que assegurada por um aumento da desordem fora deste organismo. Por este mecanismo, a segunda lei é obedecida, e a vida mantém um estado altamente ordenado, causando um aumento líquido de desordem no Universo. A fim de aumentar a complexidade na Terra, energia livre é necessária<sup>27</sup>.

## 2.2 Atuais

Em termos da definição Fisiológica, a vida foi definida como qualquer sistema capaz de executar um número de funções tais como: Alimentação, metabolização, excreção, respiração, movimento, crescimento, reprodução, resposta a estímulos externos.

Como esses conceitos são muito amplos, não é difícil encontrar exemplos na natureza que requerem maior elaboração. Por exemplo, muitos organismos são incapazes de se reproduzir e, contudo são seres vivos, como as mulas e as formigas obreiras. No entanto, estas exceções podem ser levadas em consideração aplicando a definição de vida ao nível da espécie ou do gene individual. Outro exemplo é o fogo, na Figura 2.1. Ele claramente ingere nutrientes do ar na forma de oxigênio e de combustível a partir da cera. Ele produz resíduos; pode aumentar para cobrir grandes áreas, e se reproduz criando novos fogos através das faíscas. Uma chama se torna uma cópia de si mesmo e vai queimando enquanto houver combustível disponível. Em certo sentido, ele evolui e vive enquanto poder se adaptar ao ambiente. Um exemplo de adaptação está mostrado no lado direito da Figura 2.1. Uma chama de vela está queimando em gravidade zero no ônibus espacial. Na Terra, a forma da chama (Figura 2.1 Esquerda), aparece assim porque o ar quente dentro da chama é menos denso que o ar em volta e então sobe. No ambiente de gravidade zero, o ar quente não tem peso. Então a chama adquire a forma esférica.



**Figura 2.1:** Duas espécies de chama de vela – viva ou morta? A chama da esquerda na Terra e a da direita em gravidade zero. Shaw (2006).

Conceitualmente, a chama está morta devido a uma revisão do conceito de metabolismo. De acordo com Voet et al. (2008), metabolismo é definido como: "... *processo geral pelo qual os sistemas vivos adquirem e utilizam a energia livre de que necessitam para desempenhar as suas várias funções. Fazem-no combinando as reações exoérgicas da oxidação de nutrientes com os processos endoérgicos necessários para a manutenção do estado vivo, tais como a realização do trabalho mecânico, transporte ativo de moléculas contra gradientes de concentração, e a biossíntese de moléculas complexas.*" Então, com a chama libera toda a energia oxidativa do seu combustível em forma de calor, ele não pode estar vivo.

Uma definição biológica ou bioquímica molecular vê organismos vivos como sistemas que contêm informações reprodutíveis hereditárias, codificadas em moléculas de ácido nucleicos e que metabolizam através do controle da taxa de reações químicas, utilizando catalisadores proteicos conhecidos como enzimas.

Para o programa de Exobiologia da NASA, a definição de vida é dada como: "*Vida é um sistema químico autossustentável sujeito à evolução Darwiniana*". Para a vida ser autossustentável e capaz de evoluir "darwinianamente", tanto energia quanto matéria precisam ser extraídos da vizinhança do ambiente no qual ela se desenvolve e se reproduz. Além disso, algum tipo de aparato precisa estar presente para governar e facilitar a química da vida, como por exemplo, a presença de certos elementos químicos, como o carbono.

No entanto, a definição citada acima, possui uma limitação que é inerente ao próprio modelo Darwiniano. Em *A Origens das Espécies*, Darwin disse: "... *Por fim, estou convencido de que a seleção natural foi o principal meio de modificação, mas não o único.*" Com essas palavras, o processo de evolução Darwiniano abre portas para outras formas de desenvolvimento das espécies. Nesse sentido, Benton Clark, um astrobiólogo da Universidade do Colorado, questiona como podemos ter certeza se algumas coisas, de fato, passaram pela evolução Darwiniana? As escalas de tempo são enormes. Então é necessário um conhecimento consistente do registro fóssil, para saber se a matéria está viva.

Outro problema na Definição da NASA é que muitas formas de vida não são tecnicamente autossustentáveis. Animais se alimentam de plantas ou outros animais, bactérias geralmente vivem dentro de outros organismos.

Para Clark, organismos vivos exibem pelo menos 102 qualidades observáveis. Duas mais importantes são: reprodução e usar formas de energia. Todas essas qualidades precisam ser executadas através de comandos emitidos pelo código genético. Nesse contexto, a mutação mostra se há ou não um código genético, pois se não houver a matéria sempre se comportará da mesma forma.

Freeman Dyson (1999) defende a origem da vida como dual: Ou começou simultaneamente com as funções de metabolismo e replicação presentes no mesmo organismo desde o princípio; ou teve duas fases, com dois tipos de *criaturas* separadas: uma capaz de metabolismo sem replicação e outra capaz de replicação sem metabolismo. Se começou em duas fases, a primeira deve ter sido com moléculas semelhantes a proteínas, e a segunda com moléculas parecidas com ácidos nucleicos.

Uma das qualidades mais admiráveis de Freeman Dyson é a ampla gama de seus interesses. Embora ele reconhece que ele não é especialista em biologia, sua curiosidade se estende naturalmente a este assunto, e neste volume ele oferece algumas reflexões sobre uma das muitas questões interessantes em biologia, as origens da vida <sup>24</sup>. Ele está, conscientemente, seguindo o exemplo de Erwin Schrödinger, um outro físico que perguntava sobre a biologia, argumentando que o valor do livro clássico de Schrödinger, *O que é vida?* está em que " ele fez as perguntas certas." Dyson tenta imitar Schrödinger, a este respeito, e ele faz isso bem.

Dyson oferece uma hipótese - não é uma teoria, como ele deixa claro. Ele concentra a sua hipótese através dos exemplos de seus "ilustres predecessores" (assim o título de seu primeiro capítulo), cada um oferecendo um pedaço do quebra-cabeça das origens da vida como Dyson vê-lo <sup>24</sup>. Definindo a vida como consistindo tanto do metabolismo (no sentido alemão da *Stoffwechsel* - ou seja, qualquer processo químico que ocorre em células, e não apenas aqueles geneticamente direcionadas, como ele explica

cuidadosamente) e replicação (cuidadosamente diferenciada da mera reprodução), a grande questão que é colocada é se a vida começou, simultaneamente, em um organismo capaz tanto do metabolismo e replicação, ou a vida teve origem dupla, com dois tipos distintos de criaturas, um tipo capaz de metabolismo sem réplica exata e o outro tipo capaz de replicação sem metabolismo.

É esta segunda ideia, a "hipótese da origem dupla" que Dyson prossegue. Admitindo-se que ele pode não estar correto, convincentemente sugere que essa hipótese é útil, a fim de explorar o assunto.

## 2.3 Ser Vivo e Estar Vivo

Acerca desse espinhoso tema, podemos ainda refletir sobre a ideia de Ser Vivo e Estar Vivo. Podemos tratar esse tema de duas vertentes: 1) a dependência de outro ser e 2) a existência da consciência.

Primeiro, seres que são autosustentáveis como os *Chemolithotrophs* e os *photolithotrophs*, que se alimentam de matéria inorgânica e de luz respectivamente, podemos dizer que São Vivos. Já a outra categoria, ou seja, seres que dependem de outros como os humanos (dependem de alimento vegetal e/ou animal) e parasitas podemos dizer que Estão vivos. Isso fica bem entendido, pelo menos na gramática da língua portuguesa, devido ao fato de que Ser é uma característica permanente e Estar é passageira.

Na segunda vertente, imagino que são sinônimos desses dois conceitos, o mecânico e o vivo, respectivamente. De outra forma podemos colocar como não ter ou ter consciência, respectivamente. Como foi falado acima, o Ser Vivo está dentro da nossa limitação de compreensão, e deve seguir uma sistemática conceitual tabelada e consensual da comunidade científica. Nesse caso, temos o conceito mecanicista. Neste campo concentram-se seres que desempenham funções que são básicas dos seus "órgãos". Nesse caso eles não agem conscientemente, podendo ou não ter escolha de fazê-los. Já a categoria do Estar Vivo, não é mecânico e nem inconsciente, embora possa agir como tal. Ter escolhas conscientes, isto é, motivos claros bem estabelecidos, faz um Ser Vivo Estar Vivo. Embora, existam pessoas que vivem sem ter consciência da sua função na sociedade, um dia eles optaram assumir tal atitude, o que os coloca na categoria de Estar Vivo.

## 3. Hipótese Gaia

A hipótese Gaia sugere que a biosfera e os componentes físicos da Terra (atmosfera, criosfera, hidrosfera e litosfera) são intimamente integrados de modo a formar um complexo sistema interagente que mantém as condições climáticas e biogeoquímicas reguladas. Para manter uma condição estável para a vida, a Terra realizaria múltiplos ajustes de equilíbrio dinâmico, controlados por mecanismos de regulação interrelacionados.

Originalmente proposta por J. Lovelock (Hertfordshire, 26 de julho de 1919), o termo "Hipótese Gaia", publicada em 1979, é uma referência a Deusa grega suprema da Terra na mitologia Grega. Em termos gerais, essa hipótese defende que a Terra seria um organismo vivo, e que os seres que nela habitam não sobreviveriam fora deste contexto, ou seja, a condição de existência dos organismos na terra é uma condição de interdependência. Segundo essa hipótese os organismos vivos seriam "órganelas" dentro de uma enorme célula cuja membrana celular seria uma consequência da gravidade da Terra<sup>28</sup>.



James Lovelock, cientista britânico criador da Hipótese Gaia.

Um exemplo claro da interdependência entre as espécies é descrito a seguir: os seres fotossintetizantes precisam do CO<sub>2</sub> para produzir energia, liberando assim o O<sub>2</sub> na atmosfera. Os animais herbívoros precisam da energia proveniente destes seres fotossintetizantes, para

deles extrair sua própria energia. Essa reação química consome O<sub>2</sub>. Os seres ruminantes, por sua vez, não digerem sozinhos a celulose das gramíneas, precisam, portanto, que as bactérias de seu trato digestório auxiliem nas reações químicas para obtenção de energia. Além dessa, muitas outras analogias são possíveis.

A comparação da composição/concentração química da atmosfera da Terra em relação a de outros planetas remete à idéia de que são os organismos existentes na Terra que criam as condições para a sua própria sobrevivência, e não o contrário.

Vista com descrédito por uma parte da comunidade científica, a Teoria de Gaia encontra simpatizantes entre grupos ecológicos, místicos e alguns pesquisadores. Com o fenômeno do aquecimento global e a crise climática no mundo, a hipótese tem ganhado credibilidade entre cientistas<sup>28</sup>.

## **5. Hipóteses de origem da vida na Terra**

As teorias criacionistas diferem das teorias científicas porque elas não podem ser submetidas ao método científico, ou seja, elas não podem ser reproduzidas. No entanto, é importante dizer que a ciência é um modelo de como nós entendemos o funcionamento das coisas. O modelo científico, explica muitas coisas do que observamos hoje, mas possui limitações. Já o criacionista atribui o início da vida a um ato sobrenatural.

Nesse debate, que já é bastante antigo, alguns dizem que todos os processos que deram origem à vida na Terra se deu por meio naturais e aleatórios, combinando tempo mais acaso. Nesse caso, não há a necessidade de um ser superior para que o processo acontecesse, simplesmente porque ele pode acontecer sozinho. No outro lado da bancada, existem aqueles que falam que a chance de que esses eventos acontecessem sozinhos é tão pequena que podem ser consideradas impossíveis, dada a complexidade da vida que é observada hoje.

### **5.1 Criacionista**

#### **5.1.1 Conjunto de crenças**

Todas as civilizações antigas, tinham concepções de como a vida começou. Dentre elas podemos destacar os gregos, os chineses, os indianos, os egípcios e os hebreus. Dentre esses, apenas os gregos tentaram conceber uma ideia de criação por meios naturais e de forma racional. Já os demais acreditavam em meios sobrenaturais.

#### **5.1.2 Criacionismo científico**

Nessa seção, me refiro ao criacionismo no pensamento hebreu. Na Bíblia, o livro base do pensamento judaico-cristão, é dito que Deus criou o mundo em 6 dias, fez o homem e a mulher a partir dos quais todos os demais seres humanos vieram. Ele ainda criou a lua e as estrelas, bem como todos os animais. O homem e a mulher viviam num jardim, chamado de Éden, onde hoje está situado o país Iraque.

No entanto, o modelo do criacionismo científico é um meio usado pelos criacionistas judaico-cristãos para mostrar que todas as afirmações da Bíblia sobre as origens possuem relevância, atestadas a partir de dados científicos encontrados por criacionistas ou não.

A ideia base desse pensamento é a seguinte: *“Acreditar na ideia de um criador é um ato racional, mas acreditar quem é o criador é um ato de fé.”* Nesse sentido, surgiu a teoria do desenho inteligente,

chamada de TDI (*Theory Design Inteligent*), aceita por cristãos ou não. Ela mostra que existem evidências concretas de que o ser humano não foi efeito do acaso, mas foi obra de um ser superior.

Os pilares do criacionismo científico são os seguintes:

- Todas as coisas criadas constituem o produto de um ato único e soberano por parte de um Criado onisciente, onipotente e pessoal, o qual não depende da sua criação para sua existência, nem é parte dela;
- O universo foi criado do que não se vê, recentemente, completo, complexo, funcional e com uma idade aparente;
- Todas as formas de vida foram criadas no princípio completas, complexas, com uma diversidade básica, uma capacidade de adaptação limitada, e simultaneamente;
- O planeta Terra experimentou na sua existência uma catástrofe global recente, através da qual pode-se explicar cientificamente os muitos aspectos geológicos, como a formação dos continentes, da dorsal oceânica, da estratigrafia, da rápida formação dos fósseis e o posicionamento desses nas camadas estratigráficas;
- Existem provas substanciais na biosfera, acima dela e abaixo que comprovam as quatro primeiras preposições.

## 5.2 Teorias de origem da Vida na Terra: Produção endógena de moléculas orgânicas

Produção endógena de moléculas orgânicas significa que a química da Terra pré-biótica pode ter sido responsável por gerar moléculas orgânicas espontaneamente. O material de origem foi derivado da biosfera Arqueana. Na tentativa de provar a consistência dessa teoria, foi realizado em 1953, um experimento feito por Harold C. Urey e seu aluno de graduação Stanley L. Miller. A ideia era testar a hipótese dos bioquímicos John Haldane e Aleksander Oparin, de que nesse ambiente inóspito e sem oxigênio, os compostos orgânicos poderiam se formar de simples moléculas se fossem estimulados por uma forte fonte de energia, como os raios e a radiação ultravioleta. Haldane dizia ainda que os oceanos teriam sido uma “sopa primordial” desses compostos orgânicos.

### 5.2.1 Experimentos de Urey-Miller

A produção endógena de moléculas orgânicas da atmosfera primordial requer um conhecimento das fontes de energia da atmosfera. A fonte primordial e mais abundante é a radiação solar. A segunda fonte de energia na atmosfera vem de descargas elétricas como os raios. Uma última fonte de energia é a atividade vulcânica. O objetivo do experimento foi usar a fonte de energia das descargas elétricas.



Faíscas elétricas podem gerar aminoácidos e açúcares quando atingem um ambiente carregado com água, metano, amônia e hidrogênio. Isso foi demonstrado no famoso experimento de Miller-Urey, relatado em 1953, sugerindo que os raios podem ter ajudado a criar os blocos de construção fundamentais da vida na Terra em seus primeiros dias<sup>21</sup>.

Um esquema do aparato instrumental está apresentado na Figura 2.2 (esquerda). O sistema foi aquecido e recebeu descargas elétricas num balão de vidro onde foi feito vácuo e onde estavam os gases que teoricamente faziam parte da atmosfera da Terra primitiva ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  e vapor de água). No condensador a mistura de gases era resfriada, simulando o resfriamento da Terra. Com o aquecimento, o

processo descrevia um ciclo. Após uma semana que o experimento estava sendo executado, apareceram vestígios de uma coloração alaranjada. Após a análise de Miller, ele encontrou um rendimento alto de aminoácidos, apresentado na Figura 2.2 (direita). Esses resultados retratam os que estão disponíveis no artigo de 1959. O primeiro artigo, de 1953, foram encontrados apenas 5 aminoácidos que foram: ácido aspártico, glicina,  $\alpha$ -alanina,  $\beta$ -alanina e ácido  $\alpha$  amino-n-butrico.

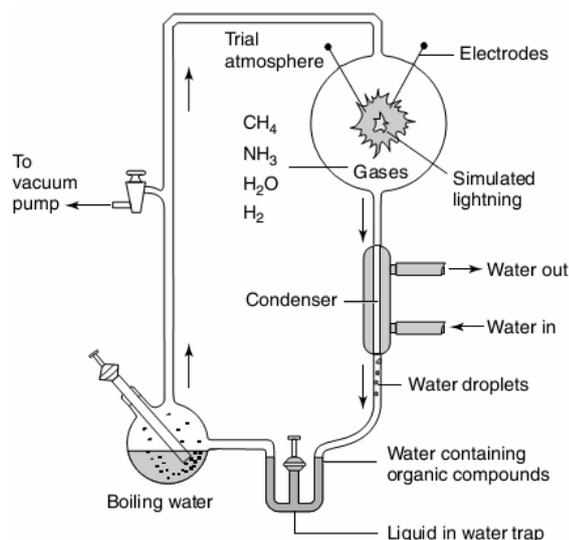


Table 2. Yields from sparking a mixture of  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , and  $\text{H}_2$ ; 710 mg of carbon was added as  $\text{CH}_4$ .

Compound	Yield [moles ( $\times 10^5$ )]
Glycine	63.
Glycolic acid	56.
Sarcosine	5.
Alanine	34.
Lactic acid	31.
N-Methylalanine	1.
$\alpha$ -Amino-n-butyric acid	5.
$\alpha$ -Aminoisobutyric acid	0.1
$\alpha$ -Hydroxybutyric acid	5.
$\beta$ -Alanine	15.
Succinic acid	4.
Aspartic acid	0.4
Glutamic acid	0.6
Iminodiacetic acid	5.5
Iminoacetic-propionic acid	1.5
Formic acid	233.
Acetic acid	15.
Propionic acid	13.
Urea	2.0
N-Methyl urea	1.5

Figura 2.2: Esquerda – esquema do aparato instrumental usado por Miller (Shaw 2006). Direita – resultados de Miller e Urey publicados em 1959.

### 5.2.2 Síntese de Purina e Pirimidina

As bases orgânicas que formam as bases do DNA e RNA são as purinas adenina (A) e guanina (G) e as pirimidinas timina (T), citosina (C) e uracila (U). Foi descoberto que adenina pode ser sintetizada pela polimerização de cinco moléculas de HCN (Shaw 2006).

O HCN pode ser produzido fotoquimicamente ou por descargas elétricas e quando dissolvido em água pode polimerizar de acordo com a reação esquematizada na Figura 2.3.

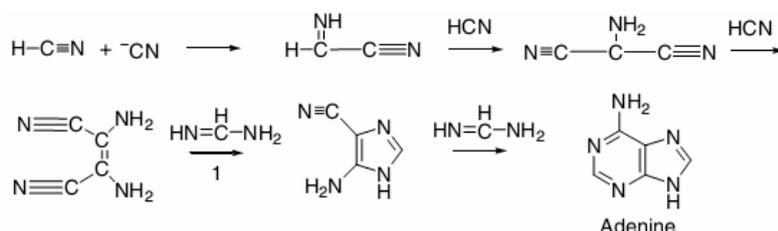
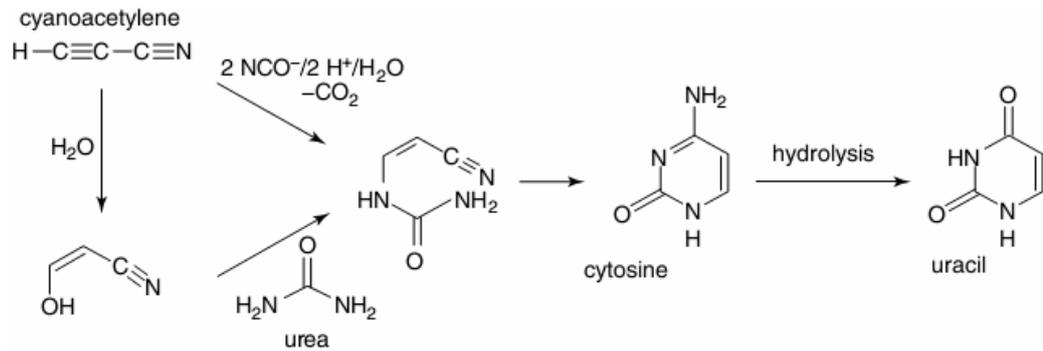


Figura 2.3: Polimerização de HCN.

A síntese da pirimidina envolve ciano acetileno que é sintetizado das reações de descarga de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2$  (Shaw 2006). Essa reação produz citosina e uracila como mostrado na Figura 2.4.



**Figura 2.4:** Síntese prebiótica de citosina e uracila.

### 5.2.3 Reação Formose

A formação de açúcares das reações de formaldeído sob condições alcalinas foi descoberta em 1861. Ela requer a presença de adequados cristais inorgânicos tais como o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ou  $\text{CaCO}_3$ . A reação é autocatalítica e produz mais de 40 tipos de açúcares. A ribose, no entanto, não é produzida.

### 5.2.4 Ventos Geotérmicos

Alguns modelos sugerem que luminosidade da Terra foi de cerca de 20 a 30% menor no início da formação da Terra. Nessas condições ventos geotérmicos vulcânicos proveriam um ambiente aquecido em que os processos químicos pudessem ocorrer. Nessas regiões profundas dos oceanos, as condições de pressão são enormes e as temperaturas podem chegar a mais de 450 °C. A química que existe nesses ambientes são bastante ricos, onde os a fotoquímica e os relâmpagos dos experimentos de Urey-Miller são substituídos pela energia eletroquímica.

A teoria de ventilação de alto mar sugere que a vida pode ter começado em respiradouros hidrotermais submarinos, expelindo moléculas-chave ricas em hidrogênio. Seus recantos rochosos poderiam, então, ter concentrado estas moléculas e agido como catalisadores minerais para reações críticas. Mesmo agora, estas aberturas, ricas em energia química e térmica, sustentam ecossistemas arrebatadores<sup>21</sup>.



**Figura 4.** Ilustração de fontes hidrotermais expelindo material a partir do fundo dos aceanos.

Foi proposto que a vida evoluiu logo após a formação da Terra, antes que os continentes se formassem, em um período onde os oceanos eram controlados química e termicamente por processos tectônicos. Desse modo, foi sugerido que a vida evoluiu em ambientes submarinos anaeróbicos e de alta temperatura similares aos sistemas hidrotermais. Essa hipótese é suportada pela observação de estruturas consideradas vestígios de protocélulas, em rochas formadas por processos hidrotermais a 3,5 – 3,8 bilhões de anos atrás<sup>23</sup>.

Os primeiros organismos na Terra seriam, assim, hipertermófilos anaeróbicos. Habitats em fontes hidrotermais provavelmente ofereceriam, também, um ambiente estável e relativamente isolado dos efeitos catastróficos dos impactos de meteoros. Em outras palavras, fontes hidrotermais podem ter servido como refúgio permitindo a sobrevivência das formas de vida primitivas<sup>23</sup>.

### **5.3 Teorias de origem da Vida na Terra: Entrega exógena de moléculas orgânicas**

Nesse contexto podemos caracterizar a ideia de panspermia e suas variações: aleatória ou direta. No âmbito aleatório, a ciência considera que cometas e meteoritos desempenharam um papel crucial de entrega de material orgânico na Terra durante o período em que foi grandemente bombardeada ainda no seu processo de formação.

Foi publicado em 2008, que foi descoberto nucleobases extraterrestres no meteorito Murchison. No trabalho de Martins et al. (2008) foram encontrados Xantina, nucleobases de RNA e uracila. O estudo mostra que esses compostos são de origem extraterrestre, e não houve contaminação terrestre. Esses componentes fornecem provas de que a vida na Terra pode ter surgido pelo processo de panspermia.

Em 2011, estudos com meteoritos encontrados na Terra revelaram um conjunto grande de compostos orgânicos de origem extraterrestre. No trabalho de Callahan et al. (2011) foram encontrados Guanina, Xantina, Adenina entre outros componentes que são fundamentais para a formação do DNA, ou seja, são ingredientes que compõem a vida. Eles usaram 12 amostras de meteoritos, dentre os quais 9 foram recuperados na Antártida.

As missões Giotto e Stardust foram importantes no achado de moléculas orgânicas em cometas. A primeira encontrou uma grande variedade de moléculas à base de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio no cometa Halley. A segunda encontrou glicina, uma molécula importante na formação de proteínas no cometa Wild 2.

No sentido de panspermia dirigida, há a ideia de que o material que chegou até a Terra que são necessários para a Vida, foi feito por meios conscientes de outra civilização. O projeto SETI é o mais proeminente na busca de vida inteligente fora da Terra. Atualmente, ele tem se dedicado a estudar sinais que poderiam vir dos planetas em zonas habitáveis que já foram detectados. Mas até agora, nenhum sinal importante foi detectado, mas apenas interferências.

## **6. Conclusões**

Não existe uma definição definitiva sobre o que seja a vida. Ao longo da história da humanidade diferentes teorias sugeriram para tentar explicar o que ela significa. A tentativa de compreendê-la passou por diversas áreas do conhecimento humano tais como, Filosófico, Científico, Teológico/Religioso, entre outros. A falta de consenso absoluto não quer dizer falta absoluta de consenso. Talvez a definição única e precisa do conceito de vida esteja fora do alcance da mente humana. Os desdobramentos dessa questão têm convocado respostas suficientemente válidas para nortear essa compreensão do que é vida. A discussão entre as diversas definições atuais e anteriores é de grande importância para se chegar a uma ideia mais elaborada e aceita sobre esse "espinhoso" tema.

## Referências

- [1] Aigen Li, PAHs in Comets: An Overview, Astro-Ph, August, 2008.
- [2] Gilmour, I. - An Introduction to Astrobiology, 2004
- [3] Wikipédia - Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos – disponível em <http://bit.ly/b9PJNl>
- [4] Chemistry, disponível em: <http://bit.ly/cPZjdu>
- [5] Revista Fapesp, disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=6464&bd=2&pg=1&lg>
- [6] Exploring Origins, disponível em: <http://exploringorigins.org/>
- [7] Voet D., Voet J.G. e Pratt C. W. Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level. Edição 3. Wiley. 2008.
- [8] Martins et al. (2008), Earth and Planetary Science Letters, 270, 130-136
- [9] Callahan et al. (2011), PNAS, 108, 13995-13998
- [10] Shaw A. M. Astrochemistry from astronomy to astrobiology. Wiley. 2006.
- [11] [http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/life%27s\\_working\\_definition.html](http://www.nasa.gov/vision/universe/starsgalaxies/life%27s_working_definition.html)
- [12] <http://www.astrobio.net/news-exclusive/defining-life/>
- [13] <http://en.wikipedia.org/wiki/Life>
- [14] Corrêa, André Luis; da Silva, Paloma Rodrigues; Meghioratti, Fernanda Aparecida; Caldeira, Ana Maria de Andrade. Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia. UNESP.
- [15] COUTINHO, Francisco Ângelo. Construção de um perfil conceitual de vida. Belo Horizonte: Faculdade de Educação, UFMG, 2005. Tese (Doutoramento em Educação)
- [16] ALLAN, Donald James. A filosofia de Aristóteles. Trad. Rui Gonçalo Amado. 2ª ed. Lisboa: Editorial Presença, 1983.
- [17] ARISTÓTELES. Da Alma (De Anima). Tradução de Carlos Humberto Gomes. Lisboa: Edições 70, 2001.
- [18] ROSS, David. Aristóteles. Tradução de Luís F. B. S. S. Teixeira. 3ª ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.
- [19] <http://www.rc.unesp.br/biosferas/0028.php>
- [20] <http://en.wikipedia.org/wiki/Life>
- [21] <http://hypescience.com/7-teorias-sobre-origem-da-vida-na-terra/>
- [22] [http://w3.ualg.pt/~jdiias/INTROCEAN/B/60\\_FontesHidrot.html](http://w3.ualg.pt/~jdiias/INTROCEAN/B/60_FontesHidrot.html)
- [23] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Fonte\\_hidrotermal](http://pt.wikipedia.org/wiki/Fonte_hidrotermal)
- [24] <http://www.complete-review.com/reviews/dysonf/origins.htm>
- [25] Werner Heisenberg, Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science, Penguin Modern Classics.
- [26] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Tom%C3%A1s\\_de\\_Aquino](http://pt.wikipedia.org/wiki/Tom%C3%A1s_de_Aquino)
- [27] [http://en.wikipedia.org/wiki/What\\_Is\\_Life%3F](http://en.wikipedia.org/wiki/What_Is_Life%3F)
- [28] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese\\_de\\_Gaia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese_de_Gaia)
- [29] <http://jornalggm.com.br/blog/luisnassif/a-hipotese-gaia-de-james-lovelock-volta-a-cena>

[28] <http://rizomas.net/cultura-escolar/material-didatico/biologia/202-o-que-e-vida-ha-uma-definicao-precisa-veja-a-resposta-de-pensadores-importantes.html>

[29] <http://www.nbi.dk/~emmeche/coPubl/99.DefVida.CE.EH.html>