

UNIVERSIDADE SANTO AMARO
Curso de Ciências Biológicas

Fernando Lima Silva

**DE ARISTÓTELES A STANLEY MILLER:
ABORDAGEM DAS TEORIAS DE SURGIMENTO DA VIDA NOS
LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO MÉDIO**

São Paulo
2021

Fernando Lima Silva

**DE ARISTÓTELES A STANLEY MILLER:
ABORDAGEM DAS TEORIAS DE SURGIMENTO DA VIDA NOS
LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme José da Costa Silva

São Paulo
2021

Fernando Lima Silva

**DE ARISTÓTELES A STANLEY MILLER: ABORDAGEM DAS
TEORIAS DE SURGIMENTO DA VIDA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE
ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, da
Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título
de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme José da Costa Silva

São Paulo, de novembro de 2021

Banca examinadora

Prof.

Prof.

Conceito Final: _____

“A falta de evidência não é uma evidência da ausência.”

-Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, Nosso Senhor, que por meio de Sua Graça, propiciou que hoje eu estivesse realizando este trabalho e finalizando este curso.

Aos meus pais, que por entenderem minha situação de estudante, possibilitaram que eu finalizasse esse trabalho, bem como a disponibilidade de sustentação financeira.

Ao professor Guilherme José, que prontamente atendeu minha solicitação de ser meu orientador, e que com muita paciência e empenho, ajudou-me.

A professora Maria do Socorro, que por incontáveis vezes, me orientou na parte estética e de formatação deste trabalho, sempre com admirável paciência e de forma quase instantânea.

Ao corpo docente da Universidade Santo Amaro por ter me propiciado excelentes reflexões e aprendizado, e pelo profissionalismo em realizar sempre o melhor trabalho.

Ao professor Eymael Souza, que sem tardar, não poupou esforços em me ajudar disponibilizando os livros didáticos em versão física, para fins de análise do conteúdo.

E aos meus amigos e todas as pessoas que, de uma forma ou outra, me motivaram a finalizar esse trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

Muito antes das primeiras teorias sobre origem da vida, e cerca de mil anos antes do surgimento do primeiro telescópio, os babilônicos, há mais de 3 mil anos, já olhavam para o céu noturno para acompanhar o movimento dos planetas visíveis a olho nu em nosso sistema solar. Com esse olhar para os astros, provinha também a curiosidade em saber a origem da espécie humana nesse planeta, bem como de todos os outros animais e plantas. Com o surgimento, ainda primitivo, da astronomia babilônica, buscava-se encontrar um sentido para a própria existência. Com o avançar da história, as teorias de surgimento da vida passaram a ser formuladas por naturalistas e filósofos como Aristóteles, Ovídio, Jean Baptiste van Helmont, John Needham, Lazzaro Spallazani, Athanasius Kircher, Robert Hooke e outros que, no transcorrer da história, com falhas e acertos, contribuíram significativamente para o conhecimento concretizado nos dias de hoje. Dessa forma, com esse trabalho busca-se analisar como o tema é abordado nos livros didáticos de ensino médio no Brasil, bem como comparar possíveis divergências e pontos cruciais no aprendizado da história da ciência.

Palavras chave: ensino, biologia, origem da vida, análise de livros didáticos

ABSTRACT

Long before the first theories about the origin of life, and about a thousand years before the appearance of the first telescope, the Babylonians, more than 3,000 years ago, had already looked to the night sky to follow the movement of planets visible to the naked eye in our solar system. With this look at the stars, also came the curiosity to know the origin of the human species on this planet, as well as all other animals and plants. With the emergence, still primitive, of Babylonian astronomy, they sought to find a meaning for their own existence. With the advance of history, theories of the emergence of life began to be formulated by naturalists and philosophers such as Aristotle, Ovid, Jean Baptiste van Helmont, John Needham, Lazzaro Spallazani, Athanasius Kircher, Robert Hooke and others who, throughout history, with flaws and successes, contributed significantly to the knowledge achieved today. Thus, this work seeks to analyze how the topic is addressed in high school textbooks in Brazil, as well as compare possible differences and crucial points in learning the history of science.

Keywords: teaching, biology, origin of life, textbook analysis

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1.0 INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.1. Uma breve história da educação e da Biologia no Brasil..... | 10 |
| 2.0 OBJETIVOS..... | 11 |
| 3.0 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 12 |
| 4.0 Geração espontânea e o começo das teorias de como a vida surgiu..... | 13 |
| 4.1 Naturalistas adeptos a geração espontânea: de Aristóteles e Needham.... | 15 |
| 4.2.1 Aristóteles..... | 15 |
| 4.2.2 Francis Bacon..... | 16 |
| 4.2.3 Jean Baptiste van Helmont..... | 17 |
| 4.2.4 Athanasius Kircher..... | 17 |
| 4.2.5 John Needham..... | 18 |
| 4.3 O embate entre John Needham e Lazzaro Spallanzani..... | 22 |
| 4.4 O experimento de Redi..... | 24 |
| 4.5 A contribuição de Robert Hooke..... | 26 |
| 4.6. Os trabalhos de Pouchet e Pasteur..... | 29 |
| 4.7. As teorias de origem primordial da vida..... | 33 |
| 4.7.1 O trabalho de Oparin e Haldane..... | 33 |
| 4.7.2 O experimento de Urey e Miller..... | 35 |
| 5.0 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS..... | 37 |
| 6.0 PLANO DE AULA..... | 42 |
| Considerações finais..... | 45 |
| Referências..... | 46 |

1.0 INTRODUÇÃO

1.1. Uma breve história da educação e da Biologia no Brasil

No período colonial (1530 – 1822), onde as escolas de educação formal ainda não existiam em território brasileiro, a Companhia de Jesus – ordem religiosa pertencente à Igreja Católica – assumiu o trabalho de catequização dos índios e dos demais residentes em solo brasileiro. Aos índios, era assegurado a catequese, visando sua conversão, e aos homens da classe dominante, assegurava-se a educação média. A educação superior, por fim, era restrita aos homens da aristocracia, que ingressavam nela para o exercício do sacerdócio ou iriam para a Europa, onde na Universidade de Coimbra adquiriam o diploma de ensino superior e retornariam ao Brasil para administrá-lo¹

No século XVIII, Marquês de Pombal (1699 – 1782), que com mãos de ferro administrava Portugal, realizou um conjunto de mudanças na educação portuguesa, que conseqüentemente repercutiram no Brasil. Entre as reformas, estavam a transferência da educação dos jesuítas da Companhia de Jesus para o Estado, de modo que a educação servisse ao Estado. Com as mudanças, a educação tornou-se autoritária, sem lacunas para a criatividade do educando e incentivando a submissão as autoridades. Como consequência, o nível educacional decaiu, e como aponta Marçal¹ “os reflexos desta reforma são sentidos até nossos dias, visto que temos uma educação voltada para o Estado e seus interesses. ”

Tendo transcorrido mais de 2 séculos desde a reforma educacional de Pombal, a educação dos tempos contemporâneos já não pode mais ocorrer no modelo tradicional e autoritário, onde não há espaço para reflexões críticas acerca da sociedade e do meio ambiente. A escola, como diz Bueno citado por Silva, Leite e Aragão², “exerce a função social de formação de novas gerações em termos de acesso a cultura socialmente valorizada, de formação do cidadão e de constituição do sujeito social.”

Em especial na instrução da disciplina de biologia, durante as abordagens curriculares, deve-se referir a fatos cotidianos, mostrando preocupação para com a formação da cidadania dos educandos, uma vez que, apesar da Biologia mostrar-se presente no dia-a-dia da população, ainda é uma disciplina afastada da realidade das pessoas, o que torna difícil que os educandos compreendam o vínculo estreito entre a Biologia e a própria rotina, que é repleta de acontecimentos biológicos³.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos fazer uma análise de três livros didáticos a respeito do tema origem da vida, além de desenvolver uma revisão bibliográfica sobre o referido assunto e elaborar um plano de aula para o ensino médio.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a revisão bibliográfica do tema apresentado, se fez necessário a utilização de livros de Ensino Superior, artigos científicos e trabalhos acadêmicos, dentre os quais dissertações de mestrado e teses de doutorado, além de relatórios finais de pós-doutorado. Na revisão bibliográfica, foi realizado uma coletânea de autores, entre aqueles que apoiaram a ideia da abiogênese e os que defenderam a biogênese.

A fim de realizar a avaliação e comparação do assunto no ensino médio, foram utilizados os seguintes livros:

1. Conexões com a biologia. Miguel Thompson, Eloci Peres Rios. 2º ed. São Paulo: editora Moderna, 2016
2. Contato Biologia. Marcela Ogo, Leandro Godoy. 1º ed. São Paulo: editora Quinteto, 2016
3. Ser protagonista – Biologia. André Catani [et al]. 3º ed. São Paulo: editora SM, 2016

Para efetuar a análise qualitativa, utilizou-se numeração de 1 a 10, que refletem os classificadores ótimo, bom, regular e ruim. Buscou-se analisar, ainda, o conteúdo dos livros (se atualizados, relevantes, bem estruturados, corretos e suscitação de interesse), seu leque de atividades (se são diversificados e estimulam o interesse), as ilustrações (nos quesitos esclarecimento e substituição do texto e quanto a diversidade e chamada no texto). Averiguou-se também o formato, a linguagem e as referencias bibliográficas que o livro dispôs.

4.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Geração espontânea e o começo das teorias de como a vida surgiu

“Tudo começa com água e tudo é composto de água”, assim dizia, ainda na antiga Grécia, há mais de 500 anos antes de Cristo, Tales de Mileto. Com a constatação de que a essência do universo e da vida é a água, Tales abre alas na filosofia pré-socrática para reflexões acerca da formação dos seres vivos. Isso, porém, não era suficiente para explicar como a vida surgiu e se desenvolve no planeta Terra.

Desde os primórdios da humanidade, quando o ser humano, tomando consciência de si e dos seres vivos a sua volta, passou a questionar a origem de todos os seres vivos, inumeráveis foram as hipóteses levantadas, envolvendo filósofos (Aristóteles e Tales), cientistas (Galileu e Copérnico), médicos (Bacon e Van Helmont), doutores da Igreja (São Tomás de Aquino), entre outros. Todos esses defendendo a teoria da abiogênese.

O anseio em encontrar respostas que expliquem o surgimento da vida é prática quase que incessante na Academia, gerando embates de diferentes pesquisadores. Uma das primeiras hipóteses levantadas foi a da geração espontânea, que afirma que o surgimento da vida ocorreu a partir da matéria inanimada, sem a necessidade de um progenitor, sendo preciso apenas a existência de um princípio gerador, como defendia Aristóteles, ou a força vital, como acreditava John Needham^{4,5}.

Ovídio (43a.C – 18d.C), atribuiu em seu poema *Metamorfoses* o surgimento da vida a partir do calor e umidade dos rios, em especial o Rio Nilo:

Eis que, quando combinam, a umidade e o calor geram a vida, e tudo se deriva da união dos dois; assim, da luta do fogo com a água, o úmido vapor criou todas as coisas e a concórdia dos elementos discordantes leva à geração.⁵

Ovídio⁶ ressalta ainda que a própria terra é responsável pela geração dos seres vivos, com a combinação sol-umidade. Ele diz:

“os outros animais, em diversos formatos, a terra, por si mesma, gerou, quando o sol as águas esquentou, e a lama e aquosos brejos ferveram de calor e as fecundas sementes nutridas em vivaz chão, qual

ventre de mãe, cresceram e ganharam forma com o tempo.”

A ideia de que seres vivos poderiam surgir espontaneamente foi impulsionada em muito por Aristóteles, apesar de já existir a ideia de que os “animais sanguíneos” emitem sêmen, e portanto possuem progenitores – ideia evidenciada pelos escritos de Hipócrates e Aristóteles – não se observava sêmen nos invertebrados, o que alimentava um estado de dúvida acerca do surgimento desses animais. Aristóteles, em sua obra *De Generatione Animalium*, (Da Geração dos Animais) escreve:

Alguns animais manifestadamente emitem sêmen, como todos os sanguíneos, mas é incerto que os insetos e os cefalópodes o façam. Portanto, esta é uma questão a ser considerada; se todos os machos emitem sêmen, ou nem todos, e então, se nem todos, porque alguns emitem e outros não.⁷

A crença de que a matéria inorgânica poderia gerar vida era tão vigorosa e rija, que na Idade Média, houveram inclusive verdadeiras receitas de produção de alguns seres vivos, como ratos, propostas pelo médico belga Jean Baptiste van Helmont, que consistia em colocar trigo em um copo com linho sujo, de forma que os ratos se formassem transcorridas três semanas, ou ainda a formação de escorpiões usando-se manjeriço esmagado entre dois tijolos⁸.

Para que houvesse uma prova material da geração espontânea, John Tuberville Needham, no século XIX, realizou um experimento com frascos de vidro contendo um caldo nutritivo, fervido, e capaz de, na visão de Needham, ser capaz de fazer surgir a vida. Como nos frascos, que estavam fechados com rolhas, surgiram microrganismos, Needham fundamentou que a abiogênese seria a única explicação possível.

4.2. Naturalistas adeptos da geração espontânea – de Aristóteles a John Needham

4.2.1 Aristóteles

Nascido em Estágira, então colônia do reino macedônico, e filho de Nicômaco – médico da Corte do então rei Amintas, da Macedônia - Aristóteles (384 – 322 a.C) é tido como o Pai da Biologia, em razão de suas notáveis observações contidas em sua obra História dos Animais, onde o estagirita discorre temas como reprodução, anatomia animal, geração e classificação.

De forma tão notável foi o trabalho aristotélico na descrição da geração dos animais, que um quarto de toda a sua obra é dedicada ao tema⁹. Mayr, citado por Castaneda⁹, diz que “nenhum dos antigos teve interesse tão profundo na questão da geração como Aristóteles, que devotou um de seus maiores trabalhos (“Sobre a geração dos animais”), a esse problema.

Aristóteles defendia que o responsável pela geração de alguns animais e plantas era o *pneuma*. *Pneuma*, que segundo o dicionário *Michaelis*, dispõe de diferentes sentidos, dependendo do contexto. No sentido médico, é o “princípio vital ou força causadora da respiração e do pulso, da qual depende a vida e cujo enfraquecimento causa doenças” ao passo que no sentido filosófico é a “substância etérea, sopro animador ou força criadora, usada pela razão para vivificar e conduzir todas as coisas.”⁹

Na visão de Aristóteles, porém, *pneuma* se tratava do “calor” vital capaz de gerar certos seres vivos, um quinto elemento, sendo operado através do calor solar ou do sêmen. Diz Aristóteles em seus escritos: “Todos possuem em seu sêmen aquilo que o faz ser generativo: quero dizer, o que é chamado de calor vital (*thermon*). E não é o fogo nem qualquer força semelhante, mas é o *pneuma* interno do sêmen, semelhante à espuma, sendo análogo ao elemento das estrelas. [...] Enquanto o fogo não gera nenhum animal e não encontramos qualquer coisa viva formada em sólidos ou líquidos sob a influência do fogo, o calor do Sol e dos animais gera.”⁷

Embora Aristóteles defendesse a geração espontânea, operada através da matéria em decomposição e de um *princípio gerador*, havia-se o conhecimento de que nem todos os animais e plantas provêm da geração espontânea. “Assim também entre os animais, uns nascem de outros animais, com os quais apresentam afinidade de forma”. Ainda sim, alguns surgem, na visão aristotélica, sem

progenitores. Segue: “outros são de geração espontânea e não provém dos que lhe são congêneres. Destes últimos, há os que nascem da terra putrefata ou das plantas, como acontece com uma grande quantidade de insetos.”¹⁰

Se faz conveniente destacar que não era o tamanho do animal o fator determinante para sua forma de geração. Exemplo disso é que mesmo de animais pequenos, como moscas, pulgas e piolhos, se era conhecido a capacidade de acasalamento e formação de descendentes, ao passo que para animais relativamente grandes, como alguns peixes, defendia-se a geração espontânea, como o caso de algumas tainhas. “De entre as tainhas, começam a por ovos nos mês de Posídon, a liça, o chamado ranhoso e o barbudo. A gestação destes dura 30 dias. Mas há certas tainhas que não nascem de um acasalamento, antes se produzem a partir do lodo e da areia.”¹⁰

4.2.2 Francis Bacon

Nascido na Inglaterra em 1561, Bacon foi um homem da alta sociedade inglesa no reinado de Jaime I, tendo ocupado os cargos de Procurador Geral, Fiscal Geral, Guarda do Selo e Grande Chanceler⁹. Bacon é ainda considerado um dos membros da Revolução Científica, acompanhado de nomes como o de Galileu, Copérnico, Newton, Descartes, Redi e Pasteur. A Revolução – período iniciado na era renascentista (século XVI) – teve como característica uma desvinculação da teologia ao conhecimento científico e uma maior estruturação e experimentação prática do conhecimento.

Bacon distingue os seres nascidos da putrefação e os provenientes de semente, de modo que somente os últimos produzem descendentes semelhantes a si mesmo¹¹. E ainda, em relação aos seres que nascem da putrefação, o filósofo inglês engloba as moscas, os percevejos, pulgas, gafanhotos, traças, entre outros¹¹.

Rostand citado por Menezes, afirma que, sobre Bacon, “os seres organizados podem nascer do lodo, da água, orvalho, neve, estrume, madeira, excrementos, palha, farinha, vestimentas, do suor dessecado¹¹.”

4.2.3 Jean Baptiste Van Helmont

Importante médico e fisiologista belga em seu tempo, Van Helmont (1580 – 1644), observou os experimentos de William Harvey e Francis Bacon, além de ter realizado um estudo sobre a nutrição das plantas, uma novidade para a época, e que fez o nome do fisiologista belga ficar registrado na história da fotossíntese em função de sua contribuição. Entretanto, é em relação a teoria da abiogênese que Van Helmont ficou especialmente conhecido, e que também o tornou um dos pioneiros a escrever sobre o tema.

O médico belga chegou também a desenvolver verdadeiras “receitas” visando a produção de animais sem a necessidade de progenitores. Em uma das fórmulas, Van Helmont propõe a produção de escorpiões tendo como ingredientes a erva de basilisco e a luz solar, tal como segue: “Escavar o oco de um ladrilho e nele colocar erva de basilisco bem triturada; colocar por cima um segundo ladrilho e deixar o dia todo ao sol; alguns dias depois, ao haver atuado o basilisco como fermento, verás nascer pequenos escorpiões.”¹¹

Em outra ocasião, Jean Baptiste faz a proposta de produção de camundongos de forma espontânea, e sem a necessidade de qualquer outro ser progenitor, tal como é mostrado no trecho abaixo:

Comprima-se uma camisa de mulher, de preferência, uma camisa um pouco suja – em vaso contendo trigo e, em vinte e um dias, o fermento do suor feminino terá transformado o grão em camundongo. Os camundongos assim produzidos são de dois sexos e aptos a se reproduzirem.¹¹

4.2.4 Athanasius Kircher

Nascido em Turíngia, cidade considerada o coração verde da Alemanha, Athanasius Kircher (1601 – 1680) foi um padre jesuíta e importante figura do período renascentista na disseminação do conhecimento. Considerado as vezes como fundador da egiptologia, o padre jesuíta escreveu cerca de 44 livros, tendo se dedicado a abrangentes áreas, como a medicina, astronomia, matemática e linguagem¹³.

Kircher viveu no período em que a Itália era assolada pela praga de 1656, que ocasionou a morte de centenas de pessoas na cidade de Nápoles. A praga,

responsável por matar 150 mil habitantes da cidade italiana, deixou ruas e escadas sacras tomadas por cadáveres², tendo ainda o dobro de mortes por decorrência da peste que assolou a capital inglesa Londres no ano anterior, cerca de setenta mil mortos¹⁴.

Neste cenário epidêmico de numerosos mortos, as pessoas atribuíam a praga a existência de um miasma fétido, ou pela degradação do ar por vapores pútridos. Kircher entra nessa história por ser uma das primeiras pessoas a fazer uso da microscopia na observação de doenças, assumindo assim posição importante no desvendamento das causas da praga, ao passo que assumia o maior desafio de saúde pública do século¹⁵.

Em seu livro *Scrutinium Physico-Medicum Contagiosae Luis, Pestis Quae dicitur* (uma investigação médico-psíquico da praga contagiosa, chamada a praga), ou apenas “*Investigação da Praga*”, o naturalista jesuíta escreve “é de conhecimento geral que os vermes crescem de cadáveres em decomposição”, reforçando sua constatação de que a vida pode surgir de modo espontâneo¹⁵.

Demonstrando de forma mais explícita, e fazendo um convite para que seus leitores pudessem testar, Athanasius sugere um experimento com carne:

“Pegue um pedaço de carne e, à noite, deixe-o exposto à umidade lunar até o dia seguinte. Em seguida, examine-o cuidadosamente com um microscópio e descobrirá que toda a putrefação extraída da lua foi transformada em inúmeros pequenos vermes de diferentes tamanhos que, na ausência de um microscópio, seriam impossíveis de detectar...”

Efetuando novos experimentos como o de aspergir poeira do chão em uma tigela com água e proceder colocando-a no sol, aguardando alguns dias até que se tornem inúmeros vermes, Kircher convenceu-se que a vida estava de fato surgindo sem a necessidade de progenitores¹¹.

4.2.5 John Needham

Natural da Inglaterra, John Tuberville Needham nasceu na capital Londres, no ano de 1713, e morreu em 1781, na Bélgica. Membro do clero católico, Needham se interessou pela história natural quando ainda estava no seminário e em 1743 realizou um conjunto de experimentos e observações microscópicas, o que resultou na publicação, dois anos depois, de sua obra *An account of new microscopical discoveries* (Uma descrição das novas descobertas microscópicas)^{16,17}.

Ao se mudar para Paris, na França, Needham conhece o também naturalista George Leclerc Buffon, o Conde de Buffon, que dedicara onze capítulos de seu livro “História Geral dos Animais” para tratar da geração dos seres vivos⁴. A hipótese levantada por Buffon era de que todos os seres vivos são constituídos por moléculas orgânicas que, depois da morte do ser vivo, se reorganizam formando organismos mais simples¹².

No período e contexto social da época, a ideia da geração equívoca (sinônimo de geração espontânea) era categoricamente criticada pela Igreja Católica, por se assemelhar a princípios pagãos e de supostos poderes emanados pela natureza capazes de criar seres vivos. Apesar da Igreja defender o oposto, ou seja, a geração unívoca – na qual os seres vivos necessitam de um progenitor para nascer – Needham permaneceu firme em sua posição, e realizou experimentos visando provar a sua teoria¹⁰.

Nos séculos XVII e XVIII, com a invenção do microscópio e a observação de animálculos por Leeuwenhoek, em 1674, muitos filósofos e naturalistas estavam divididos sobre a origem daqueles animais; se por geração espontânea ou por reprodução, e ainda eram inconclusivas as evidências que apoiavam qualquer das posições⁵. Foi, pois, imerso nessa situação de dubiedade, que o padre inglês John Needham viu cenário ideal para pôr em prática seus experimentos com microrganismos e estabelecer qual a origem dos seres vivos microscópicos.

Em 1745, Needham adicionou em um frasco caldo de carneiro bem quente, e posteriormente fechou-o, com uma rolha de cortiça, de modo que o ar exterior não entrasse. Por fim, ainda aqueceu o frasco sobre uma brasa, visando exterminar qualquer resquício de germe⁵. Além de, por alguns dias, ter colocado o frasco sob a luz do sol^{17,4}.

Dias depois, após observar o frasco, notou que cada uma das incontáveis gotículas do caldo de carneiro estava povoada por uma enorme quantidade de pequenos seres vivos se movimentando. Considerando que executou o experimento tomando as necessárias precauções, Needham, citado por Carvalho⁴ afirma: “não negligenciei qualquer precaução, mesmo que isso significasse aquecer violentamente o corpo do frasco”.

Em um trecho de sua obra, Needham citado por Carvalho⁴, descreve o que pode-se observar ao abrir o recipiente:

Meu frasco fervilhou em vida [foi possível observar] animais microscópicos das mais variadas dimensões, alguns dos maiores que eu já havia visto e alguns dos menores. A primeira gota que eu observei após abri-lo, me revelou uma multidão perfeitamente formada, animada e espontânea em todos os seus movimentos.

A partir disso, Needham concluiu que esses germes não eram provindos do ar exterior, já que a rolha de cortiça obstruía a passagem de ar. Constatou também que não eram das paredes do recipiente, uma vez que anteriormente o líquido havia sido fervido (Needham deduzia que todos os organismos eram eliminados com a fervura semelhante a que coagulava a clara do ovo⁵. Portanto, o naturalista concluía assim que a própria matéria orgânica dava origem aos seres vivos, por meio do poder vegetativo¹¹.

As ideias de John Needham ganharam fama e impulsionaram a teoria da geração espontânea, tendo sempre um papel muito relevante nas discussões sobre a origem de alguns organismos e servindo também como reforço a teoria das moléculas orgânicas de Buffon. Sobre as experiências de Needham, o Conde francês Georges Buffon interpreta que os glóbulos móveis (ou animalúnculos) “surgidos” no frasco de Needham são consequências da reorganização das moléculas do carneiro, que se agruparam para formar seres vivos menos complexos⁵.

Com isso, o aparecimento de vermes no trigo e animalúnculos no fluido seminal estava explicado: é resultado das forças ativas, ou do “poder vegetativo”, pelo qual a natureza opera, formando novos seres vivos a partir da molécula orgânica. Se rápida foi a fama e estardalhaço que as teorias de Needham e Buffon causaram nos debates sobre a origem dos seres vivos, também ligeira foram as críticas dirigidas aos naturalistas inglês e francês, respectivamente.

Em 1751, fortes críticas atingiram o trabalho de Buffon, com o título de “Cartas a um Americano sobre a História Natural do Sr. Buffon e sobre as observações microscópicas do Sr. Needham”, feita pelo Abade de Lignac, inspirado por Réamur e tratando como “triste e grosseiro” a ideia de moléculas orgânicas de Buffon. Um outro naturalista ainda, Charles Bonnet, teceu críticas ao trabalho de Needham na obra “Considerações sobre corpos organizados”, onde alega que os frascos não estavam devidamente vedados, que provavelmente a cortiça não era um bom vedador e que

os frascos não haviam sido aquecidos suficientemente para eliminar qualquer forma de vida¹⁷.

Críticas veementes recaíram também sobre Needham após a publicação do *Nouvelles observations microscopiques, avec des découvertes sur la composition et la décomposition des corps organisés* (Novas observações microscópicas com descobertas sobre a composição e a decomposição dos corpos organizados), em 1750¹⁸. Ramos¹⁹ citando Beenson, fala que um dos críticos, o francês Maupertuis (1698 – 1759) escreve na carta a *La Condamine*, datada de 24 de agosto de 1750:

Lestes o livro de Needham? Onde estamos? Que novo universo! Que lamentável que um homem que observa tão bem raciocine tão mal! Aconteceu-me após a leitura de seu livro ficar com o espírito tão aturdido com todas as ideias que ele me apresentou que precisei me deitar como se estivesse doente; e ainda não estou muito bem refeito da perturbação em que essa leitura me colocou. Espero, quando este tumulto estiver um pouco mitigado, retomar o fio de algumas meditações que comecei há algum tempo sobre esse assunto e ver se é possível sobre ele oferecer alguma coisa de razoável [...]. Eu não sei de onde Needham pode retirar todas as bizarras que propõe; ele deveria deixar Buffon raciocinar e Buffon também deixa nesta matéria uma terrível desordem, mas da qual talvez não será possível sair.

Apesar das críticas e de Needham ter defendido uma hipótese que hoje é considerada anticientífica, é importante ressaltar que o experimento foi, conforme Prestes e Martins, citados por Carvalho e Prestes¹⁸: “extremamente importantes, pois introduziu novas ideias, como a utilização de recipientes fechados contendo líquidos expostos à ação da alta temperatura seguido do exame de seu conteúdo.”

4.3 O embate entre John Needham e Lazzaro Spallanzani

Após a publicação do trabalho de Needham e o burburinho acompanhado de críticas e apoios entre os naturalistas da época, a Academia encontrava-se dividida, mais uma vez, em torno das teorias de origem dos seres vivos. Entre os que faziam fortes ataques, estava o nome do filósofo iluminista francês Voltaire, que mesmo não sendo naturalista, havia adquirido extenso conhecimento pela filosofia natural e sendo um notável divulgador da ciência⁴.

Foi então, estimulado por essas publicações, que o padre italiano Lazzaro Spallanzani começou a investigar o problema da geração¹⁸. Nascido no vilarejo de Scandiano, no norte da Itália, Spallanzani fascinou-se pelo estudo da Física e das Matemáticas, tendo publicado uma tese sobre Física e uma dissertação sobre fósseis⁴.

Aos 32 anos de idade, já em 1761, Spallanzani dedica-se ao estudo dos seres vivos, sobretudo a origem dos seres microscópicos, fato revelado em uma carta do clérigo italiano a seu amigo Antonio Vallisneri Junior, professor da Universidade de Pádua⁴. Tendo em vista a já longa e intensa incerteza acerca da geração dos animais, Needham, usando como base os estudos já realizados por Charles Bonnet e René-Antoine Ferchaut de Réaumur (importantes defensores da geração unívoca), Spallanzani propôs um conjunto de experimentos visando esclarecer se a hipótese de Needham estava correta.

Em primeiro lugar, Spallanzani considerou que as paredes do recipiente não haviam sido suficientemente fervidas, e analisou diferentes tipos de materiais para fechar o frasco além de ter notado que a quantidade de animálculos presentes no frasco está relacionada a quantidade de ar que entra no frasco. Portanto, Spallanzani fez alguns experimentos, cada um com uma forma de vedação diferente ou ainda, sem vedação alguma. Os experimentos foram nas seguintes condições:

1. frascos abertos;
2. frascos fechados com algodão;
3. fechados com madeira e;
4. lacrados com o fogo do maçarico.

Comprovando sua hipótese, os frascos que estavam abertos apresentaram uma vasta quantidade de microrganismos, ao passo que naqueles fechados com algodão, a quantidade era menor, e naqueles recipientes tampados com madeira e nos lacrados com maçarico, eram raros¹⁸.

Fazendo uso de pedaços de carne e sementes de vegetais, Spallanzani lacrou 19 frascos para observar se surgiriam ou não seres vivos e como já esperado pelo naturalista italiano, não surgiram formas de vida no interior dos recipientes¹⁸. Entretanto, ao quebrar o pescoço dos frascos, organismos passavam a surgir. Spallanzani portanto, argumentou que essa seria a prova experimental de que os animálculos não surgem de maneira espontânea, mas sim de ovos originários do meio externo, depositados em um determinado local¹². As conclusões de Spallanzani foram

publicadas no ano de 1765 em sua obra *Aggio di osserbazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione de' Signori di Needham e Buffon* (Ensaio de observações microscópicas sobre o sistema de geração dos Senhores Needham e Buffon)¹⁸.

Casolari, citado por Carvalho⁴, diz que:

A ideia de esterilização e geração espontânea são incompatíveis, pois a primeira exclui a segunda; a esterilidade é impensável na presença de geração espontânea, uma vez que a esterilização não pode ser obtida nem mantida se os microrganismos não puderem ser destruídos ou se puderem recuperar sua vitalidade.

Nas descrições de suas observações, Spallanzani fala sobre o movimento dos microrganismos, conforme Carvalho¹²: “tanto para frente quanto rotular, de hábitos como o de agrupar-se e envolver-se em meio a ‘ilhas flutuantes’ formadas por detritos, como se estivessem buscando abrigo ou alimento. ”

É deveras importante citar tais observações que versam sobre movimento dos animálculos, uma vez que Needham havia proposto que os filamentos animais se transformavam em vegetais e vice e versa, e ainda que, por não observar com atenção e continuidade, achou que os animálculos surgem a partir de filamentos vegetais, sendo que na verdade eles nadam para esses filamentos em busca de alimento e abrigo¹².

Quatro anos depois, a obra de Spallanzani foi traduzida para o francês, contendo além da tradução, 100 páginas contendo respostas de John Needham em relação aos experimentos do seu colega do presbiterado Lazzaro Spallanzani^{4,18}. Nos comentários, Needham ressaltou mais uma vez a existência de uma força vegetativa, capaz de transformar seres mortos em vivos. Trouxe também dois questionamentos para o trabalho do padre italiano.

Em primeiro lugar, Needham questionou o aquecimento excessivo que Spallanzani deu as infusões, o que faria com que a força vegetativa se perdesse. Questionou ainda se o alto grau de calor não teria eliminado a pequena quantidade de ar existente no frasco¹⁸.

4.4 O experimento de Redi

Nascido em Toscana, na Itália, em fevereiro de 1626, Francesco Redi foi uma importante figura nos estudos sobre a geração equívoca e unívoca, sendo seu trabalho citado até hoje nos capítulos dedicados a origem da vida, presentes nos livros didáticos de ensino fundamental II e médio. Redi foi também filósofo e médico-chefe da Corte ducal dos Medici por três décadas, tendo servido a Fernando II de Medici – Grão-Duque de Toscana, e seu filho Cosme III de Medici – penúltimo Medici com o título de Grão-Duque de Toscana²⁰.

Sobreleva-se, ainda, que os estudos de Redi não foram restritos a um único campo, mas expandiram-se para a parasitologia, a anatomia, a zoologia, a embriologia e até mesmo a experimentação clínica de fármacos, como reitera Bernardi citado por Azevedo²⁰.

Mesmo havendo o conhecimento de que muitos animais, tanto vertebrados como invertebrados são consequência da geração unívoca, portanto de outros seres vivos, ainda não se sabia de onde surgiam os vermes intestinais, e por conta disso, era atribuído a esses organismos a geração espontânea. Em face dessa realidade, Redi passou a dedicar seus estudos em desvendar o surgimento desses endoparasitas, realizando uma série de experimentos, entre eles, um acerca da geração de moscas, o qual será tratado em parágrafos futuros.

No ano de 1668, Francesco Redi publica sua obra mais conhecida, intitulada *Esperienze intorno alia generazione degli insetti* (Experiências sobre a geração de insetos), em que ele discorre sobre a possível geração de organismos em alimentos putrefatos, onde não somente os resultados eram apresentados, como também todos os procedimentos de seu estudo, de forma bastante detalhada²¹.

Para seu experimento, Redi utilizou frascos tampados com um fino tecido e frascos abertos, e no interior de todos os frascos, diferentes tipos de carnes, bem como leite, frutas e outros animais em decomposição, como sapos, escorpiões, moscas e abelhas. Buscava-se, com isso, verificar se novos seres vivos surgiriam da matéria em decomposição ou a vida seria proveniente do meio exterior ao do frasco^{20,21}.

Com isso, Redi observou que nos frascos abertos, que foram visitados por moscas, conforme observação criteriosa de Redi, havia a presença de pequenos vermes (larvas), fato que não se observava nos frascos que estavam tampados, mesmo tendo o mesmo material orgânico²¹.

Observou-se ainda todo o processo de formação das larvas, desde os ovos, a sua eclosão, e desenvolvimento desses insetos, que viriam a se tornar moscas adultas posteriormente¹⁶. Por várias vezes o naturalista supracitado repetiu esse experimento, inclusive com outros organismos, mas em todas as vezes o resultado não se alterou em favor da geração equívoca, o que fez com que Redi, neste caso, descartasse esse tipo de geração²¹.

Confirmando isso, Francesco Redi citado por Prestes e Martins, escreve em Experiências sobre a geração de insetos:

Eu comecei então a especular se todos os vermes que nascem sobre as carnes não proviriam do sêmen das moscas e não das próprias carnes putrefatas, mas me intrigava essa especulação, pelo fato de que, em todas as gerações que fiz nascer, eu sempre havia visto sobre as carnes, antes de se contaminarem de vermes, pousarem moscas da mesma espécie daquelas que depois nasciam. Mas seria vã a dúvida se a experiência não a tivesse confirmado.

Redi realizou ainda outros experimentos para que não restassem dúvidas acerca da necessidade de ovos para a geração de moscas. Em um deles, colocou carnes e peixes em um grande recipiente, de modo que o ar pudesse circular livremente, e sobre o frasco, colocou um fino véu de Nápoles. Embora moscas tivessem visitado o local, Redi não constatou a presença de vermes na carne, mas observou-os se agitando no fino véu que cobria a abertura do recipiente²⁰.

Apesar de Redi ter descartado a geração espontânea no caso das moscas, é errôneo afirmar que ele combateu todas as formas desse tipo de geração, uma vez que ele defendia a hipótese de que a partir das galhas de algumas árvores, como o salgueiro e o carvalho, por exemplo, poderiam surgir vermes, sem a pré-existência de progenitores da mesma espécie²¹. Naquelas árvores que dão botões, excrecências ou verrugas, diz Francesco Redi “é claramente evidente que a primeira intenção da natureza é formar um animal voador dentro delas.”

Para defender a geração espontânea de vermes e insetos nas plantas vivas, Redi utilizou três argumentos principais. Disse, primeiramente, que as excrecências das quais os animais surgiam, lá estavam desde o início da vida da planta, crescendo simultaneamente com o crescimento das folhas. Em seguida, argumentou que algumas frutas e legumes apresentavam animais em seu interior, mesmo com a

existência da casca, que protege seu meio interior do exterior. Por derradeiro, alegou que existe uma certa correspondência entre a espécie da planta e a espécie do inseto, o que indicaria que a geração não estaria simplesmente ocorrendo pela planta, mas no interior dela²¹.

Em sua obra, Redi citado por Prestes e Martins²¹, afirma:

[...] se viver, e se for verdadeiramente animado, poderá produzir dentro de si algum verme, como nas cerejas, nas peras e nas ameixas, nas bolotas do carvalho, carvalho vermelho, sobreiros, faias, tem nascimento aqueles vermes que se transformam em borboletas, em moscas e em outros animaizinhos voadores semelhantes.

Argumentando o motivo pelo qual as plantas e os fungos poderiam produzir seres vivos, Redi afirma que do mesmo modo que as plantas produzem seus frutos, também vivos, poderiam produzir organismos, e diz duas hipóteses em relação ao surgimento de seres vivos nos frutos. A primeira, porque os vermes do meio exterior transpassam o lenho e os frutos em busca do que comer, a segunda “é que aquela alma ou aquela virtude, que gera as flores e os frutos nas plantas vivas, seja a mesma que gera também os vermes dessas plantas”²⁰.

Francesco Redi reitera que existe uma *virtude reprodutiva da alma vegetativa*, presente nos animais e nas plantas, que tornaria possível que estes concebessem outros tipos de organismos vivos¹⁷. E prossegue trazendo como errônea a ideia de que seres “menos nobres”, como os vegetais, não poderiam gerar seres “mais nobres”, como os animais – uma das possíveis críticas que a ele seriam dirigidas. Redi assevera que “é possível que as plantas possuam, além de uma virtude vegetativa, também uma virtude sensível, que as capacitariam para gerar animais”²².

4.5 A contribuição de Robert Hooke

Natural de Freshwater, na Inglaterra, Robert Hooke nasceu em julho de 1635, e foi um importante cientista experimental do século XVII. Aos 18 anos, Hooke ingressou na Universidade de Oxford, e posteriormente atuou como assistente do cientista Robert Boyle, que atuava em uma área até então inédita: a ciência experimental.²²

Hooke publicou em sua obra *Micographia* um vasto estudo dos organismos vivos, inclusive com o conceito de célula, sendo o pioneiro a utilizar esse termo.

Assumi também a Secretaria da Royal Society – sociedade destinada a promoção do conhecimento científico – em razão da ascensão na carreira após a publicação de *Leituras de Potentia Restitutiva*, onde ele estabelece uma lei física (relacionada a elasticidade dos corpos), que veio a ser conhecida como Lei de Hooke.²²

Na obra *Micographia*, Hooke faz ilustrações de alguns animais e descreve o processo de metamorfose de insetos, como de um mosquito (provável que seja o *Culex* dissertativo). Tratando como algo inédito, Hooke relata, conforme cita Vasconcellos e Magalhães¹²:

O que chamava mais atenção nessa criatura era sua metamorfose ou mudança; mantendo vários desses animais em um copo com água de chuva, onde foram produzidos, eu encontrei, em duas ou três semanas, que muitos deles voavam dali como mosquitos, deixando para trás suas cascas boiando na água abaixo da superfície, o lugar onde esses animais costumavam residir, enquanto eram habitantes da água: com isso me tornei mais diligente em observá-los, para ver se eu conseguiria vê-los no momento de sua transformação; e logo após observei que muitos deles haviam mudado para uma forma não usual, diferenciando muito do que eram antes, com a cabeça e o corpo tendo se tornado muito maiores e mais compridos, mas não mais largos, e suas barrigas, ou parte de trás, menores, e com curvas sobre o corpo

Sobre a geração dos seres vivos, Hooke diz que viu o pequeno animal ter sido gerado nas águas da chuva, bem como nos lagos e rios, e prossegue dizendo que alguns acreditam que esses organismos surgem da putrefação da água do rio¹³. Ele demonstra ainda, como relata Vasconcellos e Magalhaes¹² “uma teoria complexa e elaborada, quando afirma que a reprodução e o aparecimento na água do mosquito aquático são devidos à postura de ovos dos próprios mosquitos adultos.

Em relação aos insetos que pareciam nascer das galhas de árvores, Hooke relata ter observado manchas em muitas folhas de plantas, e sempre encontrava muitos ovos, que quando deixados intactos, se desenvolviam e se tornavam pequenos insetos. Por isso, pondera Hooke, que o material vegetal funcionaria como um “útero”, um abrigo natural para os ovos¹².

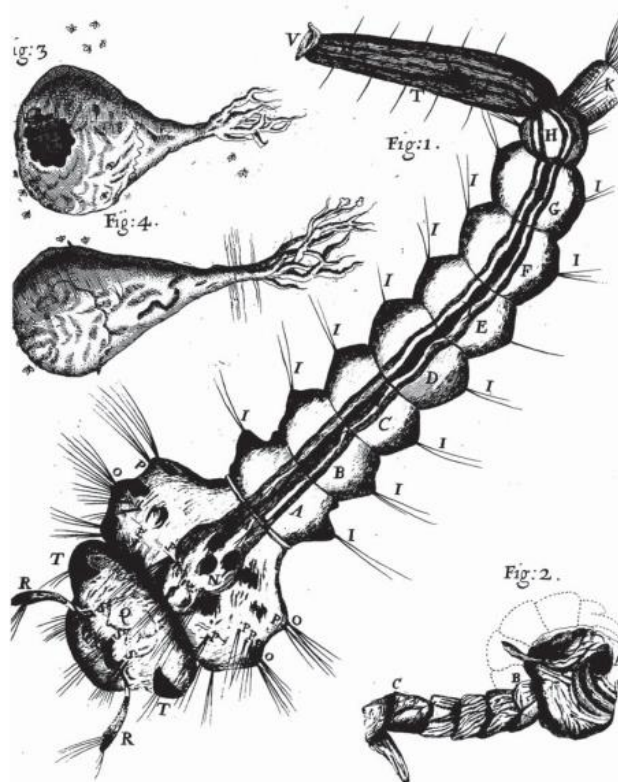
Hooke prossegue, em *Micographia*, tratando da geração de vermes a partir dos humores e substâncias corporais. Secreções, sucos estomacais, sangue e leite seriam, pois, capazes de produzir outros vermes. Robert Hooke, entretanto, faz a

ressalva que era isso o que apontavam outros autores famosos, mas que ele não havia descoberto tais coisas por ele mesmo⁵. Mesmo não tendo descoberto essas coisas, como ele mesmo descreve, Hooke concorda com as posições dos seus antecessores no estudo da geração dos seres vivos, como expõe o seguinte trecho, citado por Vasconcellos e Magalhães¹²:

(...) pode, por certo instinto da natureza, lançar uma espécie de princípio seminal, o qual, cooperando com várias espécies de substâncias em putrefação, pode produzir várias espécies de insetos ou corpos animados: pois encontramos, em muitas espécies desses graus inferiores de corpos animados, que as substâncias em putrefação em que esses ovos, sementes ou princípios seminais são depositados pelos insetos tornam-se como se fossem as matrizes ou úteros que conduzem a sua geração.

Hooke reitera ainda que “as substâncias animais em putrefação possam produzir animais de uma espécie inferior não vejo nenhuma grande dificuldade e podemos admiti-lo sem nenhum absurdo”¹².

FIGURA 1 – FASES DA VIDA DE UM INSETO OBSERVADO POR HOOKE



Fonte: (Hooke, Robert. Micrographia, 1664).

4.6 Os trabalhos de Pouchet e Pasteur

Nascido em dezembro de 1822, na pequena cidade de Dole, na França, Louis Pasteur é bastante conhecido pela descoberta da pasteurização – processo realizado em alguns alimentos e que tem como objetivo eliminar microrganismos patogênicos, e que leva seu nome – e diversos outros estudos em relação a microbiologia, que começou ainda em 1843, quando Pasteur ingressou na Escola Normal Superior de Paris, onde desenvolveu um trabalho sobre os microrganismos^{23,24}.

Em 1854, Pasteur assume uma cadeira de Química na Universidade de Lille, em 1857 assume o cargo de Diretor de Estudos Científicos da Escola Normal Superior de Paris, tendo elevado a Escola Normal a um alto patamar, ao ponto dos alunos optarem por ingressar na Escola Normal à Escola Politécnica, e em 1873 é eleito membro da Academia de Medicina da França. Tendo nascido em uma época onde a chamada Ciência Moderna estava sendo erigida, Pasteur consagrou-se entre os maiores cientistas dos tempos modernos¹⁹. Defendeu ainda a tese de que grande parte das doenças infecciosas são ocasionadas por microrganismos, e no ano de 1880, iniciou uma série de estudos acerca da vacina contra a raiva, aplicando, 5 anos depois, em 1885, a vacina antirrábica em um ser humano²³.

Tendo retornado à Escola Normal, Pasteur realizou vários experimentos, bem como deu continuidade aos que havia iniciado quando ainda era estudante da instituição. Entre os estudos, estava o da fermentação, que Pasteur usou como base para seus estudos acerca das transformações que os organismos podem sofrer por interferência de outros organismos microscópicos²⁴.

Nessa mesma época, Felix Pouchet, após ter feito um estudo sobre reprodução de animais superiores, passou a se dedicar a questão da geração espontânea, tendo sido defensor desta⁵. Sobre o experimento de Pouchet, Martins e Martins descrevem:

Havendo enchido com água fervente um frasco de vidro de um litro, fechou-o hermeticamente e o colocou invertido com a boca dentro de uma cuba de mercúrio. Após o resfriamento da água, destampou o frasco, introduzindo nele um litro de oxigênio puro (produzido quimicamente), e em seguida, uma pequena quantidade de feno, previamente aquecido a 100°C, em um forno, durante 30 minutos. Após 8 dias, a infusão de feno se encheu de fungos e de animálculos, cuja origem espontânea não deixava nenhuma dúvida para Pouchet.

Foi grande a repercussão dos experimentos de Pouchet na Academia, e muitos pesquisadores contrários a geração espontânea deblateraram contra as conclusões de Pouchet, sob o argumento de que germes aéreos teriam conseguido entrar nos recipientes, contaminando a infusão, mesmo com todos os cuidados tomados por Pouchet. O pesquisador, então, realizou novamente o experimento, dessa vez aquecendo intensamente o feno, até carboniza-lo, e em 1859 publica sua obra *Hétérogénie ou Traité de la Génération Spontanée*, onde ele aborda, inicialmente, o longo histórico da questão da geração espontânea, com quase 100 páginas, seguido da questão da metafísica (sendo cauteloso para não inutilizar a existência de Deus), prossegue dissertando sobre o surgimento dos primeiros seres vivos, de forma espontânea, em um capítulo sobre Geologia e termina sua obra tratando acerca de seus experimentos⁵.

Pouchet afirma, por meio de seus experimentos, que bastam três “ingredientes” para que de uma infusão nasçam animálculos: um corpo putrescível, água e ar. Pouchet reitera ainda, que mesmo o ar tendo passado por substâncias químicas, o surgimento de animais ainda ocorria. Entretanto, os pesquisadores críticos da geração espontânea rebatiam dizendo que algum germe penetrou no meio, antes estéril, e povoou a infusão, e ainda que a poeira que circulava no ar continha grande quantidade de germes.

Observando essas críticas, Pouchet investigou a poeira do ar buscando encontrar ovos microzoários, mas encontrou raríssimos ou nenhum, o que fortaleceu sua hipótese de que não eram os supostos germes no ar os responsáveis pela geração de animálculos nos recipientes, mas a união de elementos, ou uma “força vegetativa” (tal qual afirmava Needham), que fazia que os elementos se organizassem, engendrando novos seres vivos. As reiterações de Pouchet causaram novas objeções dos pesquisadores pró panspermia, que diziam que eram os ovos presentes no ar que contaminavam as infusões, todavia Pouchet replicou afirmando que se tal argumento fosse verdadeiro, o ar estaria escuro, tal qual uma névoa densa.²⁵

Em relação as réplicas e trélicas entre defensores e críticos da geração espontânea, é conveniente salientar que no momento da discussão não se tinha pleno conhecimento das propriedades do ar atmosférico e nem provas materiais de que os microrganismos estariam presentes no ar. Por isso, visando provar sua posição, o pesquisador empreende a seguinte linha de pensamento: se os germes de fato estão

repletos no ar, a neve, ao cair do céu, deveria limpar essas impurezas. Isso faz com que ele recolha uma pequena quantidade de neve do chão para analisar a presença ou ausência de germes. Tendo observado, porém, não encontrou qualquer resquício de microrganismo.^{5, 25}

Simultâneo a defesa da geração espontânea por Felix Pouchet, Charles Darwin publicara a polemica obra *A Origem das Espécies*, que causou um enorme burburinho na Academia, que se dividia entre os prós e contras¹⁹. Nessa época também, Louis Pasteur publicava seus estudos acerca da obtenção de fermentação láctica por meio de substâncias açucaradas e minerais, o que fez com que Pouchet escrevesse a Pasteur o indagando acerca de sua opinião sobre a geração espontânea⁵.

Pasteur responde a carta de Pouchet dizendo, conforme cita Martins e Martins⁵:

As experiências que fiz a esse respeito são muito pouco numerosas e, devo dizer, são muito instáveis para que eu possa ter uma opinião digna de ser comunicada. Se na nota que acabei de publicar, pronunciei a palavra geração espontânea, é que, com efeito, a minha observação teve uma relação direta e acrescentou alguma coisa sobre os nossos conhecimentos sobre a questão...

Embora neste momento Pasteur não tenha dado uma resposta definitiva, posteriormente sua opinião é alterada, e acompanhando os experimentos de Pouchet, decide encaminhar à Academia um ensaio intitulado *Sur les Corpuscules Organisés, qui Existent dans l'Atmosphere, Examen de la Doctrine des Générations Spontanées*, em 1861, onde apresenta tanto sua réplica ao experimento de Pouchet, dizendo que ele não havia esterilizado completamente as infusões, como também repetiu o experimento de Pouchet.⁵

Ao repetir o experimento de Pouchet, no entanto, Pasteur cometeu um grave erro do método empírico, alterando as condições, uma vez que Pouchet fez o experimento com feno, ao passo que Pasteur utilizou cerveja. Dessa forma, os resultados foram divergentes, já que no feno a esterilização não elimina todos os microrganismos, ao contrário do que acontece na cerveja²⁶.

Em 1862, a Academia de Ciências dispoñdo dos materiais tanto de Pasteur como de Pouchet, foi favorável a Pasteur, porém Pouchet antes da referida decisão, já havia se retirado da Academia alegando que era formada exclusivamente de anti-heterogenistas.

O embate entre Pouchet e Pasteur, entretanto, não finalizou com os experimentos com mercúrio, feno e cerveja, mas estes foram apenas um “prefácio” do maior debate entre eles. Pasteur realizou um novo experimento, usando vários balões pescoço de cisne, adicionou infusões nos balões, e ferveu cada uma das infusões, selando a entrada de ar logo após o ar sair. Depois, levou os frascos para diferentes locais, e em cada um desses locais, quebrou o gargalo dos frascos, permitindo a entrada de ar. Os frascos eram quebrados com o auxílio de uma torquês previamente aquecida para esterilizá-la. Tendo o ar entrado, Pasteur novamente selava a entrada dos frascos no fogo. Com isso, descobriu que alguns frascos continham bolor (abertos em lugares convencionais), e outros dificilmente apresentavam alguma alteração (abertos em locais montanhosos acima de 2000m de altitude)²⁷.

Esses resultados foram contestados por Pouchet, que viajou junto de dois assistentes para uma região montanhosa afim de repetir o experimento de Pasteur. Convicto da vitória, subiram 1000m de altitude a mais do que Pasteur, e captaram o ar no frasco⁵. No caso de Pouchet, mesmo os frascos abertos em locais altos mostravam-se alterados, o que levou Pouchet a afirmar que mesmo o ar não contaminado, seria capaz de gerar vida²⁷. O experimento de Pouchet era, para os heterogenistas, a confirmação de que sua hipótese estava correta. Notar o que de fato estava ocorrendo nos experimentos era algo difícil, pois Pasteur e seus defensores não podiam mostrar os germes aéreos entrando nos frascos, apesar de nos experimentos poder mostrar os germes nas infusões, depois de entrar contato com o ar⁵.

Era incompreensível para Pasteur aqueles experimentos feitos por Pouchet e seus assistentes, pois a geração espontânea ia de encontro com aquilo que ele defendia. Em face disso, Pasteur teceu críticas e questionamentos sobre o experimento dos adeptos da geração espontânea, afirmando que o experimento havia sido mal realizado, que o número de balões era muito reduzido, que o líquido não deveria ter sido agitado (como fez Pouchet) e que apenas 4 dos 8 balões haviam sido povoados por microrganismos⁵.

Realizando vários outros experimentos, o resultado obtido por Pasteur é o mesmo: sempre que o frasco é mantido lacrado, não surgem organismos vivos na infusão, mas quando um pedaço de algodão carregado de poeira do ar é introduzido no frasco, a infusão fica povoada de microrganismos⁵.

Para analisar as conclusões de ambos os pesquisadores, a Academia Francesa de Ciências nomeou duas comissões. Na primeira, “por acaso ou desígnio, todos os membros da comissão não simpatizavam com as ideias de Pouchet e alguns anunciaram suas conclusões antes mesmo de examinar os relatórios”²⁷. Na segunda comissão, feita após os experimentos de Pouchet replicando os de Pasteur, os membros também eram visivelmente favoráveis a Pasteur e mesmo tentando, Pouchet não conseguiu mudar as condições de arbitragem e retirou-se da comissão, crendo que não teria uma análise justa por consequência da parcialidade dos membros.

4.7. As teorias de origem primordial da vida

4.7.1 O trabalho de Oparin e Haldane

Anos após o experimento de Pasteur ter contribuído para a queda da geração espontânea, os cientistas se debruçavam em outro tema: a origem da vida no planeta Terra. Conforme os biólogos se aprofundavam no estudo das células e suas estruturas, mais se viam imersos em uma área complexa e não viam como estudar o problema da origem da vida. Entretanto, com os geólogos se aprofundando no estudo da idade do planeta e seu processo de formação, assim como os astrônomos em relação ao surgimento do sistema solar, os cientistas russo e inglês, respectivamente, Aleksander Oparin e John Haldane, de forma independente, propoem, de forma independente, um esquema que explicasse a origem da vida, nos anos de 1924 e 1929²⁸.

Aleksander Oparin foi um bioquímico russo, nascido no ano de 1894 em Uglich, cidade próxima a Moscou. Ainda no ensino médio, Oparin começou a se interessar pela teoria da evolução de Charles Darwin, interesse esse que aumentou quando ele ingressou no curso de fisiologia vegetal da Universidade de Moscou. Em 1918, Oparin pediu para ir à Genebra, para desenvolver trabalhos sobre as teorias químicas das plantas, no laboratório do também bioquímico russo Alexei Bach.²⁹

No ano de 1922, Oparin começou a se interessar pelo tema da origem da vida, e passou a formular a hipótese de que a evolução química das moléculas de carbono, em um caldo primitivo, poderia ter criado as condições propícias para o surgimento da vida. Essas e outras hipóteses, ele publica em seu livro *The Origin of Life (A Origem*

da Vida). Oparin ministrou também um curso seu, na Universidade de Moscou, com o título de Bases químicas de processos vivos, e em 1946, com a morte de Bach, foi nomeado diretor do Instituto de Bioquímica NA Bach.²⁹

John Burdon Sanderson Haldane nasceu em novembro de 1892, na cidade de Oxford, Inglaterra. Estudou no Eton College e no New College em Oxford, sendo um biólogo, geneticista e filósofo marxista. Durante a Primeira Guerra Mundial, serviu no exército. Haldane, entre outras coisas, produziu o ensaio. Sobre o tamanho certo, em que discorre sobre a relação entre o tamanho do animal e sua natureza, de forma com que um inseto, por conta de seu reduzido tamanho, não necessita de uma corrente sanguínea para o transporte de oxigênio, ao contrário de um grande animal. Tal ideia ficou conhecida posteriormente como o Princípio de Haldane. Porém seu maior reconhecimento foi em relação ao tema da origem da vida, em que Haldane propôs as condições ideais da Terra primitiva para o surgimento da vida, a partir dos elementos primordiais.²⁹

A referida proposta, conhecida nos dias de hoje como hipótese Oparin-Haldane, diz que a partir de reações químicas ocorridas na atmosfera reduzida, juntamente com as existentes nos oceanos da terra primitiva, combinado com as descargas elétricas e a luz solar, foram produzidos compostos orgânicos fundamentais para a origem da vida na Terra ao longo de milhões de anos.²⁸

Aleksander Oparin rechaça a proposição da existência de uma “força vital”, como diziam os defensores da geração espontânea, pois, segundo ele, isso daria a ideia de continuidade da vida, a vida seria eterna e continuaria a existir mesmo na matéria considerada morta. Seria um caso de vitalismo. Oparin cita, como reforço em sua tese, as palavras de Engels, conforme consta na obra de Negretti³⁰

Os químicos, mediante análise de processos de decomposição de corpos mortos organizados, demonstram que, a cada passo no qual este processo avança, formam-se produtos cada vez menos utilizáveis pelo mundo organizado. Porém, o processo pode tomar uma direção diferente e os produtos da decomposição chegam a ser utilizáveis se penetrarem em organismos adequadamente adaptados.[...] É uma loucura tentar forçar a natureza para que realize em vinte e quatro horas, com ajuda de uma pequena quantidade de água mau cheirosa, o que foi executado em milhares de anos

Em suma, a teoria de Oparin e Haldane versava que a atmosfera terrestre primitiva era composta por 5 gases: o metano (CH₄), hidrogênio (H₂), nitrogênio (N₂), a amônia

(NH₂) e o vapor de água. Inexistindo naquela época a camada de ozônio, que protege a superfície terrestre dos raios ultravioleta, o planeta era bombardeado pelos raios UV e pelas descargas elétricas constantes. Somado a essa condição, os oceanos estavam constantemente agitados, repleto de reações químicas, formando uma “sopa primordial”.³¹

4.7.2 O experimento de Urey e Miller

Nos anos 1950, Urey propôs que a atmosfera dos planetas Júpiter, Saturno, Urano e Netuno é semelhante a do planeta Terra em sua formação, e que estes planetas conservaram suas atmosferas deste modo em razão de sua alta gravidade (consequência da elevada massa) e das baixas temperaturas (consequência da alta distância do sol), ao passo que os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte perderam essa atmosfera em razão das altas temperaturas e baixa gravidade – em comparação com os planetas gasosos³¹.

Miller, aluno de Urey, impulsionado pela hipótese de seu professor, e já conhecendo a hipótese de Oparin e Haldane, optou por testá-la no laboratório, em 1953. Stanley Miller montou um experimento colocando em um sistema fechado de gases, a amônia, o vapor de água, o hidrogênio e o metano. No experimento, os gases passavam por uma câmara com a presença de descargas elétricas simulando os raios da atmosfera primitiva, e em seguida, eram condensados em um recipiente com água, onde evaporavam e o ciclo continuava³¹.

A partir disso, surgiram duas substâncias: a alanina e a glicina, essenciais para as proteínas vivas, considerados proteínas fundamentais para a formação das moléculas-chaves dos organismos, como diz Vasconcellos³². Com esse experimento, Miller e Urey propuseram mostrar que esses elementos fundamentais para a vida “surgiram espontaneamente a partir de precursores mais simples”³².

Apesar de ainda hoje o experimento Miller-Urey ser considerado importante na ciência e na temática da origem da vida, muitos cientistas não concordam que ele represente uma etapa crítica na origem da vida, como diz Vasconcellos³². Segue, Damianeli e Damianeli³¹, ainda, que por dois motivos o experimento é incorreto, sendo o primeiro que:

A atmosfera da Terra nunca foi redutora, pelo menos no grau necessário para formar

aminoácidos. As inúmeras variantes do experimento de Miller, quando realizadas em ambientes neutros (intermediário entre oxidante e redutor) ou baixamente redutores, nunca produziram quantidades relevantes de aminoácidos. A idéia de atmosferas redutoras em planetas rochosos foi demonstrada inconsistente pela planetologia por volta dos anos 1970.

O segundo motivo, aponta Damianeli e Damianeli³¹, é que esses experimentos não produziram qualquer forma de vida, nem nada mais complexo que aminoácidos. Além disso, existem biólogos que não creem que as proteínas tenham sido o elemento primordial e fundamental da vida, mas sim a partir de um ácido ribonucleico, um RNA, ou uma variante deste, mais simples. Em 1980, Thomas Cech e Sidney Altman, da Universidade do Colorado e Universidade de Yale, nos Estados Unidos, respectivamente, apresentaram evidências de que moléculas de RNA precederam as proteínas, e ainda que um tipo de RNA poderia se clivar em outras pequenas partes, sem que houvesse outras moléculas³².

Sobre o experimento de Miller, ressalta Damianeli e Damianeli que “enquanto é difícil encontrar um ambiente favorável à formação de aminoácidos na Terra primitiva, o experimento de Miller se mostra amplamente operativo fora dela”²⁵. Isso porque já foi visto alguns meteoritos com uma boa quantidade de aminoácidos, e do mesmo tipo dos que foram produzidos no experimento de Miller. Além disso, em geral os cometas apresentam uma abundante quantidade de compostos orgânicos, e na última fase de formação da Terra poderia ter trazido esses compostos. O que, entretanto, ainda não se sabe, é se essa quantidade de compostos seria suficiente para originar a vida no planeta³¹.

5.0 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

O primeiro livro analisado foi **Conexões com a Biologia**, de Miguel Thompson e Eloci Peres Rios. O livro, que dedica 6 páginas do capítulo 4 para tratar do surgimento de seres vivos apresenta uma ideia geral do tema, porém de forma superficial. A seguir, seguem alguns pontos relevantes de serem citados:

Logo após o título, o livro apresenta uma breve introdução sobre o surgimento da vida, citando Aristóteles como alusão ao já longo debate sobre a geração espontânea, e enunciando que mesmo naquela época, já se sabia que alguns animais se reproduziam, porém naqueles que não estava devidamente esclarecido o processo reprodutivo, era atribuído a geração espontânea.

Depois de Aristóteles, que é o primeiro naturalista citado (porém sem que haja qualquer explicação acerca de quem foi), o livro traz um trecho sobre Francesco Redi, dizendo que o naturalista italiano “colocou em teste a ideia da geração espontânea”. A presença de chamada de imagem no texto, e a imagem bem ilustrativa, faz com que este seja um ponto bastante positivo neste capítulo.

O próximo autor que o livro traz é Lazzaro Spallanzani, com uma rápida descrição de que ele acreditava na geração unívoca e seu experimento com caldo de carne. Após Spallanzani, menciona-se Pasteur e seu experimento, bem como a hipótese de Oparin e Haldane e o experimento de Miller e Urey. Observa-se, neste capítulo, a ausência de autores que defendiam a geração espontânea, como John Needham, que participou de um grande embate com Spallanzani sobre a temática do surgimento da vida.

Em síntese, pode-se resumir a análise do capítulo 4 de **Conexões da Biologia** na seguinte tabela:

Quadro 1 – Análise qualitativa do livro **Conexões com a Biologia 2° ed.**

| Conteúdo | Classificação |
|--------------------|----------------------|
| Relevante | 8,7 |
| Atualizado | 7,0 |
| Bem estruturado | 10 |
| Correto | 6,0 |
| Desperta interesse | 8,0 |

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Atividades | |
| Exercícios estimulam o raciocínio | 10 |
| Exercícios diversificados | 9,0 |
| Ilustrações | |
| Esclarecem o texto | 10 |
| Substituem o texto | 9,0 |
| São chamadas no texto | 10 |
| Diversidade | 8,6 |
| Referência (fotos) | 5,0 |
| Escala | Ausente |
| Formato | |
| Manuseio fácil | 10 |
| Qualidade gráfica | 9,0 |
| Atraente | 7,0 |
| Linguagem | |
| Adequada aos alunos | 9,0 |
| Número de termos técnicos | Ausente |
| Referências bibliográficas | 9,5 |

Adaptado de: Myriam Krasilchick

Para plena compreensão da tabela de análise acima, e as demais abaixo, se faz conveniente esclarecer o método de classificação utilizado, que se encontra abaixo:

| Número | Classificação |
|---------------|----------------------|
| 8,6 – 10,0 | Ótimo |
| 6,0 – 8,5 | Bom |
| 5,0 – 5,9 | Regular |
| 1,0 – 4,9 | Ruim |
| Ausente | Ausente |

O segundo livro analisado foi **Contato Biologia**, de Marcelo Ogo e Leandro Godoy, que em seu segundo capítulo, intitulado “Origem da vida”, dedica 13 páginas ao tema. O capítulo inicia com uma abordagem ao início do planeta Terra, há 3,8 bilhões de anos atrás e questionamentos de reflexão aos alunos. Em seguida, há algumas páginas dedicadas ao surgimento do universo, sua estrutura e formação estelar e planetária, o que possibilita uma ampla visão ao aluno antes do tema da vida no planeta.

Ao falar da origem da vida na Terra, o livro apresenta uma breve introdução sobre a teoria da geração espontânea dizendo que foi “defendida pelo filósofo grego Aristóteles”. Apesar de ser verdade que Aristóteles defendeu que alguns animais poderiam surgir de forma espontânea, a partir da matéria inanimada, era conhecido o processo reprodutivo de muitos animais, vertebrados e invertebrados, e o filósofo grego apenas atribuiu a geração espontânea no caso dos animais onde, em suas dissecações, ele não havia encontrado órgãos reprodutores.

Quadro 2 – análise qualitativa do livro Contato Biologia.

| Conteúdo | Classificação |
|-----------------------------------|----------------------|
| Relevante | 10 |
| Atualizado | 9,0 |
| Bem estruturado | 7,0 |
| Correto | 10 |
| Desperta interesse | 9,0 |
| Atividades | |
| Exercícios estimulam o raciocínio | 8,0 |
| Exercícios diversificados | 7,0 |
| Ilustrações | |
| Esclarecem o texto | 9,0 |
| Substituem o texto | 7,0 |
| São chamadas no texto | 1,0 |
| Diversidade | 5,0 |
| Referência (fotos) | 10 |

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Escala | 1,0 |
| Formato | |
| Manuseio fácil | 10 |
| Qualidade gráfica | 10 |
| Atraente | 9,5 |
| Linguagem | |
| Adequada aos alunos | 10 |
| Número de termos técnicos | Ausente |
| Referências bibliográficas | 10 |

Adaptado de: Myriam Krasilchick

O terceiro livro analisado foi **Ser Protagonista 3º ed**, de André Catani [et al.] que em comparação com os outros dois livros analisados, apresenta um capítulo extenso, com 15 páginas dedicadas ao tema e mais 4 páginas de questões ao final do capítulo. Assim como nos outros livros, há menção a Aristóteles e a Francesco Redi que, neste livro, é mostrado de modo imparcial, como no trecho a seguir:

Embora os experimentos de Redi tenham enfraquecido a crença na geração espontânea, essa ideia continuou sendo aceita. O próprio Redi, por exemplo, acreditava na geração espontânea dos vermes intestinais.

O livro de Catani [et al] é também o único dos livros analisados a dispor de uma página tratando das contribuições de John Needham e Lazzaro Spallanzani, além da menção aos trabalhos de Pouchet em Pasteur, de forma detalhada e citação de pesquisadores poucos comuns nos outros livros didáticos como Ernst Haeckel e Thomas Huxley. Outrossim, o livro apresenta uma visão ampla sobre a origem da vida e o contexto histórico em que as teorias se desenvolveram, com o cuidado de passar uma visão neutra acerca dos pesquisadores e tornar a linguagem acessível e condizente com o ensino médio.

Ressalta-se ainda a ampla variedade de questões, que se intercalam entre as páginas do livro e reúnem-se ao final do capítulo, quase sempre com imagens ou gráficos, além de questões de Enem e vestibulares – importantes para o treino dos estudantes.

Quadro 3 – análise qualitativa do livro Ser Protagonista 3º ed.

| Conteúdo | Classificação |
|-----------------------------------|----------------------|
| Relevante | 9,5 |
| Atualizado | 10 |
| Bem estruturado | 9,5 |
| Correto | 9,0 |
| Desperta interesse | 9,0 |
| Atividades | |
| Exercícios estimulam o raciocínio | 10 |
| Exercícios diversificados | 10 |
| Ilustrações | |
| Esclarecem o texto | 9,0 |
| Substituem o texto | 8,6 |
| São chamadas no texto | 10 |
| Diversidade | 7 |
| Referência (fotos) | 10 |
| Escala | Ausente |
| Formato | |
| Manuseio fácil | 10 |
| Qualidade gráfica | 10 |
| Atraente | 10 |
| Linguagem | |
| Adequada aos alunos | 9,5 |
| Número de termos técnicos | Ausente |
| Referências bibliográficas | 10 |

Fonte: Adaptado de Myriam Krasilchick

6.0 PLANO DE AULA

Disciplina: Biologia

Ano: 1° ano do ensino médio

Tema: Origem da vida

Subtema: geração dos seres vivos

Objetivos da aula:

- Apresentar o tema traçando sua trajetória histórica até as últimas descobertas atuais;
- Discutir o processo científico e formas de experimentação de uma teoria;
- Propor uma visão crítica sobre como a ciência se desenvolver e romper com a ideia de infalibilidade científica.

Duração:

2 aulas, sendo a primeira dedicada a geração dos seres vivos, abordando as teorias de geração unívoca e equívoca e a segunda dedicada as teorias pós experimento de Pasteur (Oparin-Haldane e Miller-Urey).

Metodologia:

Aula expositiva, utilização de um projetor para mostra de imagens dos experimentos, discussão com os alunos sobre processo científico e exercícios de fixação como forma de avaliação parcial.

Ementa:

Conceito de vida. Origem da vida. Geração dos seres vivos. História da ciência. Abiogênese. Biogênese. Reprodução de organismos invertebrados.

Recursos didáticos: Livro didático Ser Protagonista 3° ed., além de slides com imagens dos experimentos de Needham, Spallazani, Needham, Redi, Pasteur e Miller.

Avaliação: Questões sobre o tema, incluindo dissertativas, múltipla alternativa e de vestibulares.

Nome: _____ **Nº** _____

Turma: _____

Professor: Fernando Lima

Disciplina: Biologia

Tema: Teorias de surgimento da vida

Avaliação Parcial

1. Ao estudar a história da ciência, muitas vezes vemos hipóteses que hoje são consideradas anticientíficas. Na sua opinião, isso representa uma fragilidade da ciência? Justifique.

2. A teoria da geração espontânea, defendida por muitos séculos, postulava que:

- I. Os organismos só podem ser gerados a partir de outros seres vivos
- II. A partir da matéria em decomposição, novos seres vivos podem surgir.
- III. O surgimento de microrganismos se dá por ação de uma força vegetativa existente na natureza
- IV. Embora o nascimento dos animais vertebrados se dê por reprodução sexuada, os vermes intestinais independem de um par e podem ser gerados sem a necessidade de um progenitor

Assinale quais assertivas estão corretas de acordo com o que se pede:

- a) I e II, apenas
- b) II, III e IV, apenas
- c) III e IV, apenas

d) I, II e IV

e) Todas as afirmativas são corretas

3. (Enem 2012). Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para a pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente no arroz cozido, tal qual como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente

- A) Seres Vivos podem ser criados em laboratório
- B) A vida se originou no planeta a partir de microrganismos
- C) O ser vivo é oriundo de outro ser vivo pré-existente
- D) Os seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados
- E) vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente

4. (PUC-MG). Em uma experiência, Francesco Redi colocou em oito frascos de vidro um pedaço de carne. Quadro vidros tiveram a abertura recoberta por um pedaço de gaze. Após alguns dias, apareceram larvas de moscas nos vidros que não continham a gaze recobrindo a abertura do frasco. Nos frascos protegidos com gaze, elas não apareceram.

Essa experiência ilustra o princípio da:

5. Por que razão Francesco Redi deixou um frasco coberto por gaze e outro aberto em seu experimento com carnes?

6. Por que Louis Pasteur, em seu experimento para provar que os seres vivos só poderiam ser gerados por meio de outros seres vivos, utilizou um frasco "pescoço de cisne? "

7. Por que até os dias atuais o experimento de Pasteur é importante?_____

8. Quais argumentos poderiam favorecer a teoria de Oparin e Haldane? Para você, existe algum ponto que pode ser refutado?

9. John Needham, naturalista inglês responsável por vários experimentos que buscavam provar a teoria da geração espontânea, aqueceu um caldo nutritivo em um recipiente aberto, visando esteriliza-lo, e após um tempo, notou que o caldo estava repleto de pequenos organismos se mexendo. A partir disso, Needham afirmou que a geração espontânea era possível, uma vez que, mesmo com o caldo esterilizado, novos seres vivos povoaram o recipiente. Com base no que você aprendeu em seus estudos em casa e nas últimas aulas, assinale a alternativa correta quanto a resposta de Lazzaro Spallazani sobre o experimento:

A)Spallanzani apoiou o experimento, pois convenceu-se que de fato o caldo e o recipiente havia sido esterilizado quando em contato com o fogo, e o surgimento dos organismos não teria outra explicação, se não espontaneamente, por meio da força vegetativa presente no caldo.

B)Spallanzani criticou o experimento de Needham, porém, ao refazer usando o mesmo material e os mesmos procedimentos, notou que os organismos continuavam a surgir, o levando a crer na geração espontânea.

C)Spallanzani criticou o experimento de Needham, porém, ao refazer usando materiais diferentes e mudando os procedimentos, notou que os organismos continuavam a surgir, o levando a crer na geração espontânea.

D)Spallanzani não apoiou os experimentos de Needham, e afirmou que o caldo não havia sido suficientemente fervido. Dessa forma, Spallanzani fez o experimento fervendo o caldo por mais tempo que Needham e tampou a abertura, o que fez com que não surgisse nenhum organismo no interior do recipiente.

E)Spallanzani não apoiou os experimentos de Needham, porém não obteve êxito em refutar o naturalista italiano por não dispor dos equipamentos de Needham usou.

10. Com o experimento de Redi, a teoria do surgimento espontâneo de moscas caiu em descrédito, porém ainda estava firme o surgimento de vermes intestinais de forma espontânea. Na sua visão e com base nos conhecimentos adquiridos em aula, por que era tão difícil provar que os animais poderiam ou não surgir espontaneamente nos séculos passados?

Considerações finais

Tendo observado as contribuições dos naturalistas apresentados, e toda a história das teorias de surgimento da vida, que evoluíram a passos simultâneos com a evolução da ciência e da história humana, nota-se que o “fazer ciência” é um processo lento, que exige rigorosos experimentos e testes antes de se concretizar como conhecimento.

Foi possível notar também que mesmo os cientistas considerados “heróis” por terem ido na direção contrária ao que se pensava na época, como Francesco Redi e Louis Pasteur, cometeram erros e nem sempre defenderam posições que hoje são consideradas as corretas e científicas. No caso de Redi, apesar do seu experimento ter sido um grande marco no debate da geração equívoca e unívoca, ele mesmo acreditava que alguns vermes e insetos poderiam nascer das galhas das árvores. Em relação a Pasteur, que inegavelmente foi um cientista de sucesso, que revolucionou, ainda mais que Redi, o debate sobre origem da vida, errou em não repetir o experimento de Pouchet usando o mesmo material que Pouchet.

Em relação aos livros didáticos, Ser Protagonista se mostrou como o mais completo e atualizado sobre o tema Origem da Vida, apresentando uma visão imparcial dos pesquisadores que se dedicaram a temática e introduzindo os estudantes ao tema de modo didático e de fácil compreensão.

REFERÊNCIAS

1. RIBEIRO, Paulo Rennes Marçal. História da educação escolar no Brasil: notas para uma reflexão.
2. LEITE, Paula Rayanny Mendonça; ANDRADE, Aldair Oliveira; SILVA, Viviane Vidal; SANTOS, Andreza Marcião. O ensino da Biologia como uma ferramenta social, crítica e educacional. RECH. 2017 jul-dez. Volume 1
3. SILVA, Maria Regina de Oliveira; LEITE, Taciélma da Silva; ARAGÃO, Miria Cássia Oliveira. A importância da disciplina de Biologia no Ensino Médio. Diversitas Journal. 2018 set-dez. Volume 3
4. CARVALHO, Eduardo Crevelario; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Lazzaro Spallanzani e a geração espontânea: os experimentos e a controvérsia. Revista da Biologia. 2021, dez. Volume 1.
5. MARTINS, Lilian Al-Chuyr Pereira; MARTINS, Roberto de Andrade. Geração espontânea: dois pontos de vista. Perspicillum. 1989. Volume 3
6. Castañeda, Luzia Aurelia. As ideias pré-mendelianas de herança e sua influência na teoria da evolução de Darwin. [Tese]. Campinas: Unicamp, 1992
7. Aristóteles. História dos Animais. [S.l]: Imprensa Nacional Casa da Moeda; 2006. 328 p.
8. J.R. Partington M.B.E. D.Sc. Joan Baptiste van Helmont, Annals of Science. [Internet]; 2006, jun.
9. Carvalho Raimundo Nonato Barbosa de. Metamorfoses em tradução [Relatório final de pós doutoramento]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.
10. MARTINS, Lilian Al-Chuyr Pereira. Aristóteles e a geração espontânea. Cadernos de História e Filosofia da Ciência. 1990. Volume 2
11. MENEZES, Orlando Bastos de. A origem dos seres vivos, à luz da evolução do pensamento humano. Stienbus. 1993, jan-jun. Volume 1

12. ALMEIDA, Argus Vasconcellos; MAGALHÃES, Francisco de Oliveira. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. *Scientia Studia*. 2010. 8
13. Encyclopedia Britannica [Internet]. Athanasius Kircher | Biography, Facts, & Contributions; 28 abr 2021 [acessado em 6 set 2021]. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Athanasius-Kircher>
14. Rezende JM. À sombra do plátano: crônicas de história da medicina [Internet]. [S.l.]: Unifesp; 2009 [acessado em 2 out 2021]. 11 p. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/8kf92/pdf/rezende-9788561673635-08.pdf>
15. GLASSIE, John. Pequenos Vermes Invisíveis. São Paulo: Instituto Mojo de Comunicação Intercultural; 2020. 72 p
16. Introdução a didática da biologia
17. DANTAS, Karinna Ribeiro; HIDALGO, Juliana M. Spallanzani, Needham e a controvérsia sobre a Geração Espontânea: uma proposta didática para o Ensino Médio. *Historia da Ciência e Ensino*. 2021, jun. Volume 23
18. CARVALHO, Eduardo Crevelario de. A controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani: implicações para o ensino de Biologia. [dissertação]. São Paulo. Universidade de São Paulo.
19. RAMOS, Mauricio de Carvalho de. Geração orgânica, acidente e herança na Carta xiv de Maupertuis. *Scientia studia*, São Paulo. 2002.
20. AZEVEDO, Carolina Perozzi Guedes de. Francesco Redi (1626 – 1698) e alguns contemporâneos: contribuições para a discussão sobre a origem dos seres vivos no século XVII incorporadas a uma narrativa histórica. [dissertação]. São Paulo. Universidade de São Paulo.
21. PRESTES, Maria Elice de Brizezinski; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. As diferentes concepções de Francesco Redi (1628-1698) sobre a geração animal e tradução de excertos de Experiências sobre a geração de insetos. *Intelligere*. 2018, dez.
22. Universidade Estadual do Centro Oeste. Robert Hooke (1635 – 1703). [internet]. Guarapueva. 2017 [acesso em 2021, nov 3]. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/09/04/robert-hooke-1635-1703/>
23. Revista da Vacina. Louis Pasteur. [internet]. São Paulo. [acesso em 2021 out 20]. Disponível em: <http://www.ccms.saude.gov.br/revolta/personas/pasteur.html>

24. BRASIL, Mitie Tada L.R.F; FABERGE, Olga Sofia; IBAÑEZ, Nelson. Louis Pasteur e a revolução bacteriana. Laboratório de História da Ciência do Instituto Butantã.
25. COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. Os germes da discórdia: Louis Pasteur e as origens da vida. In: COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. O Golem: o que você deveria saber sobre ciência. 2º ed. São Paulo. Fabrefactum. 1993
26. SILVA, Marcos Rodrigues da. A eliminação de hipóteses: uma abordagem pragmática. Helius. 2020, jul-dez. 3
27. COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. Os germes da discórdia: Louis Pasteur e as origens da vida. In: COLLINS, Harry; PINCH, Trevor. O Golem: o que você deveria saber sobre ciência. 2º ed. São Paulo. Fabrefactum. 1993
28. ZAIA, Dimas Augusto Morozon. A Origem da Vida e a Química Probiótica. Semina., Londrina. 2004 jan-jun. 25
29. Encyclopedia Britannica [Internet]. Aleksandr Oparin | Biography, Facts, & Contributions; 28 abr 2021 [acessado em 3 out 2021]. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/Aleksandr-Oparin>
30. NEGRETTI, Carlos. As relações entre a concepção de natureza de F. Engels e a hipótese de A. I. Oparin sobre o problema da origem da vida na Terra. [dissertação]. São Paulo, 2006. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
31. DAMIANELI, Augusto; DAMIANELI, Daniel Santa Cruz. Origens da vida. Estudos Avançados. 2006, nov.
32. VASCONCELLOS, Pérola de Castro. Meio Ambiente & Química. [S.l.] 2013.