

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP

Gizele Daumichen Gasparri

Origem da vida: a teoria de A. I. Oparin no ensino de Biologia

MESTRADO EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

SÃO PAULO

2015

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP

Gizele Daumichen Gasparri

Origem da vida: a teoria de A. I. Oparin no ensino de Biologia

MESTRADO EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em História da Ciência, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Helena Roxo Beltran.

SÃO PAULO

2015

ERRATA

Errata referente à dissertação de Mestrado intitulada: “**Origem da vida: a teoria de A. I. Oparin no ensino de Biologia**”, realizada por Gizele Daumichen Gasparri.

Página	Linha	Onde se lê	Leia-se
Agradecimento	24	Graças à Deus...	Graças a Deus...
6	10	industria.	indústria.
7	18	revolucionário a época...	revolucionário na época...
16	8	Foi à Londres...	Foi a Londres...
16	12	estavam certo.	estavam certos.
17	6	Oparin em seu livro faz...	Oparin em seu livro fez...
18	4	estudiosos na Rússia...	estudiosos na URSS...
18	14	Neste artigo Oparin aproxima...	Neste artigo, Oparin aproximou...
19	14	não necessita...	não necessitava...
19	22/23	simpatizaram com ele e mesmo os que até entre eles estes adeptos havia desacordos.	simpatizaram com ele e mesmo entre os adeptos haviam desacordos.
20	2	história da ciência soviético Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945) era um...	história da ciência, o soviético Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945), era um...
20	18	heterótrofica da vida como...	heterotrófica da vida, como...
24	17	Oparin começa...	Oparin começou...
25	17	que afirma...	que afirmou...
26	13	cita...	citou...
26	15	comenta...	comentou...
26	16	faz...	fez...
27	5	salienta...	salientou...

Página	Linha	Onde se lê	Leia-se
31	5	existiu..	existi...
35	9	relata...	relatou...
38	21	Whöler...	Wöhler...
39	5	Whöler...	Wöhler...
39	13	Com esse acontecimento, os estudiosos contemporâneos a Wöhler, ficaram inclinados a acreditar que as leis da química..	A maioria dos estudiosos contemporâneos a Wöhler, não consideraram que as leis da química....
39	21	Whöler...	Wöhler...
40	1	Oparin apresenta o experimento de Whöler...	Oparin considerou o experimento de Wöhler...
40	4	Whöler...	Wöhler...
40	18	começa...	começou...
45	7	matéria morta...	matéria inanimada...
48	1	usa...	usou...
48	14	explica...	explicou...
58	9	vida.	vida. Neste momento, apoiou-se inteiramente no materialismo dialético, afastando-se da teoria darwiniana.
84	18	Parece...	Parece-nos...

BANCA EXAMINADORA

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação por processos fotocopiadores ou eletrônicos.

Ass.: _____

Local e data: _____

Gizele Daumichen Gasparri
gdgasparri@terra.com.br

Agradecimentos

Agradeço ao meu marido pelo apoio, a disposição em todos os momentos que solicitei sua ajuda e principalmente pela paciência. Ao meu filho que por muitas vezes pedi que esperasse, pois não podia atendê-lo de prontidão e que torceu intensamente para o meu sucesso.

Aos colegas do mestrado que contribuíram com meu aprendizado, riram e se desesperaram comigo a cada novo desafio. Em especial, à Joelma e Ana Flávia que compartilharam comigo seus trabalhos e me auxiliaram nas dúvidas. À Maria Cristina pela revisão e conversas sobre a “origem da vida”.

Tenho imensa gratidão à equipe de professores e secretaria do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, PUC-SP, que colaboraram direta ou indiretamente para o meu sucesso no mestrado. Sou grata às professoras Dra. Silvia Waisse e Dra. Laís Trindade pela contribuição à minha dissertação.

Agradeço à Secretaria de Educação do Estado de São Paulo pela bolsa concedida.

Aos meus pais que sempre me deram força para continuar meus estudos e acreditaram sempre em mim. Aos meus irmãos, sogros, cunhados, sobrinhos e amigos por entenderem minha ausência em momentos importantes.

Sou especialmente grata à Profa. Dra. Maria Helena Roxo Beltran por sua dedicação, acolhimento e, principalmente, paciência, sempre atendendo minhas solicitações e contribuindo imensamente com cada frase de minha dissertação. Quanto aprendizado!

Todo esse caminho percorrido foi graças à Deus, que iluminou cada um de meus passos me dando força para não desistir e seguir sempre em frente.

RESUMO

Nesta dissertação apresentaremos a teoria da origem da vida proposta pelo bioquímico soviético, Alekandr Ivanovich Oparin (1894-1980), aspectos de seu desenvolvimento e algumas influências na organização de suas ideias. Além disso, analisamos como o tema é apresentado em materiais didáticos voltados ao Ensino Médio.

Para realizarmos esse estudo estudamos os originais de Oparin, especialmente seu artigo de 1924 – *Origin of life* – e os livros publicados em 1938 – *Origin of life* – e 1956 – *Origin of life on the Earth* –, ambos traduzidos para o inglês sob sua supervisão. Recorremos também a traduções em espanhol e português de seus textos.

Oparin fundamentou sua teoria não só no materialismo dialético, mas também, no darwinismo. Com isso, foi capaz de sustentar sua oposição à teoria da geração espontânea.

Outro ponto importante discutido nesta dissertação é a análise de material didático utilizado no terceiro ano do Ensino Médio das escolas públicas do estado de São Paulo, a qual revelou que a teoria de Oparin é apresentada de forma superficial, reforçando a visão linear de progresso e continuidade da ciência.

Palavras-chave: História da Ciência; História da ciência e ensino; origem da vida; A. I. Oparin; material didático.

ABSTRACT

In this thesis we discuss the theory of origin of life proposed by the Soviet biochemist, Alekandr Ivanovich Oparin (1894-1980), taking into account aspects of its development and some influences upon his ideas. In addition, we analyze how this issue is presented in teaching materials aimed at high school.

To accomplish this study, we have been studying original Oparin's texts, especially his 1924 article - Origin of life – and the books published in 1938 - Origin of life - and 1956 - Origin of life on the Earth – both translated into English under his supervision

Oparin based his theory not only in dialectical materialism, but also, in Darwinism. Thus, he was able to sustain his opposition to the theory of spontaneous generation.

Another point presented in this thesis is an analysis of the teaching materials used in public schools of São Paulo, which has revealed that Oparin's theory is presented in a superficial way, reinforcing the linear view of progress and continuity in Science.

Keywords: History of Science; History of science and education; origin of life; A. I. Oparin; teaching materials.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1	5
A TRAJETÓRIA DO BIOQUÍMICO SOVIÉTICO: ALEKSANDR IVANOVICH OPARIN	5
1.1 Aleksandr Ivanovich Oparin	5
1.2 Algumas influências no desenvolvimento da teoria da origem da vida de Oparin	12
1.3 O materialismo dialético e as críticas de Oparin a outras visões sobre a origem da vida	18
1.4 Oparin e Haldane, alguns esclarecimentos	20
CAPÍTULO 2	23
TEORIA DA ORIGEM DA VIDA	23
2.1 Como a vida pode ter surgido na Terra?	23
2.2 A visão de Oparin sobre a teoria da geração espontânea e da continuidade da vida	24
2.3 A visão de Oparin sobre o vitalismo e idealismo	35
2.4 A teoria da origem da vida proposta por Oparin	40
2.5 O oceano primitivo	44
2.6 A importância das proteínas no aparecimento da vida	48
2.7 Coacervados	50
2.8 A origem da vida de Oparin à luz da teoria da seleção natural.....	53
2.9 Atmosfera redutora de Oparin	60
2.10 A visão contrária a teoria da Origem da vida de Oparin	61
CAPÍTULO 3	66
A ORIGEM DA VIDA NO ENSINO DE BIOLOGIA.....	66
3.1 A origem da vida no Caderno do Aluno da SEESP	66
3.2 Caderno do aluno e do professor e o ensino da origem da vida à luz da história da ciência	74
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

INTRODUÇÃO

O que é vida? Qual sua origem? Como surgiram os seres vivos que nos rodeiam? A resposta a estas perguntas constitui um dos maiores problemas das ciências naturais.¹

Nesta dissertação apresentaremos a teoria da origem da vida proposta pelo bioquímico soviético, Alekandr Ivanovich Oparin (1894-1980), aspectos de seu desenvolvimento e algumas influências na organização de suas ideias. Além disso, analisamos como o tema é apresentado em materiais didáticos voltados ao Ensino Médio.

Oparin foi um dos cientistas que teve sua teoria, podemos dizer, aceita pela comunidade científica. Após a publicação de seu livro em 1936 na União Soviética e a tradução para o inglês em 1938, e posteriormente para outros idiomas, suas ideias sobre a origem da vida, puderam ser conhecidas em vários países, voltando a movimentar as pesquisas sobre o assunto.

John Desmond Bernal (1901-1971) foi um dos difusores da teoria proposta por Oparin. Ele registrou, em um de seus artigos, que a primeira tentativa de resolver o problema da origem da vida, com base em linhas modernas da ciência, foi realizada por Oparin, na União Soviética e três anos depois, J. B. S. Haldane (1892-1964), apresentou uma proposta semelhante Inglaterra.²

Oparin fez críticas à teoria da geração espontânea, que acreditava ter sido refutada por Pasteur (1822-1895), bem como à visão idealista e ao vitalismo.

¹ Oparin, *A origem da vida*, 7.

² Bernal, "Origin of life on the Earth", 50.

Baseando-se no materialismo dialético, considerava a vida como uma forma particular da matéria.³

Os livros didáticos, materiais paradidáticos e inclusive, o caderno do aluno utilizado pelos alunos da escola pública (SEESP), apresentam esse assunto num histórico linear, seguindo os tópicos Gênesis, teoria da geração espontânea e Oparin-Haldane, sem discutir as relações entre essas ideias e nem como foram elaboradas, passando a visão de ciência como progresso contínuo.

Para realizarmos esse estudo analisamos os originais de Oparin, especialmente seu artigo de 1924 – *Origin of life* – e os livros publicados em 1938 – *Origin of life* – e 1956 – *Origin of life on the Earth*–, ambos traduzidos para o inglês sob sua supervisão. Recorremos também a traduções para espanhol e português de seus textos.

Da literatura secundária, foram analisados artigos, dissertações e teses, livros em que seus autores se basearam nos originais de Oparin. As obras de Bernal e Engels foram utilizadas, pois o primeiro foi, como dito anteriormente, um grande divulgador do trabalho de Oparin e as ideias do segundo foram a base para o desenvolvimento da teoria.

Muitos dos artigos e livros consultados para compor este trabalho não se aprofundaram nas discussões feitas por Oparin, não abordaram o contexto histórico em que suas ideias foram elaboradas e nem as influências que sofreu. Muitas vezes nos deparamos com materiais bastante superficiais no que se trata de história da ciência.

³Negretti, “As relações entre concepções”, 35.

Analizamos esses materiais com base nas três esferas adotadas pelo Programa de História da Ciência da PUCSP, difundidas pela equipe de pesquisadores do Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência (CESIMA), são elas: epistemológica, historiográfica e contextual.⁴ Essa perspectiva permitiu analisar as obras de Oparin considerando as “raízes e camadas” de seus textos, conforme proposto por Alfonso-Goldfarb, Ferraz e Beltran.⁵

A dissertação estrutura-se em três capítulos. O capítulo um, apresenta a trajetória acadêmica e profissional de A. I. Oparin, quem o influenciou em sua vida profissional e acadêmica, o materialismo dialético como base de suas ideias e as diferenças entre a teoria de Oparin e Haldane.

No capítulo dois discutiremos a teoria da geração espontânea na visão de Oparin, suas críticas ao vitalismo e ao idealismo, as ideias sobre origem da vida propostas por ele, sua fundamentação à luz da seleção natural e, por fim, algumas teorias contrárias as suas ideias.

O capítulo três trará uma análise da situação de aprendizagem apresentada no caderno do aluno da SEESP, volume 2 do terceiro ano do Ensino Médio, relacionando-a às orientações presentes nos Parâmetros curriculares Nacionais e no Currículo do Estado de São Paulo sobre a inserção da história da ciência nas aulas de biologia.

Este trabalho tem como objetivo verificar a visão de Oparin sobre o conceito de abiogênese, que ele defendia como sendo a explicação mais aceitável do surgimento da vida, e sua relação com a teoria da geração

⁴, Alfonso-Goldfarb. “Centenário Simão Mathias”, 7.

⁵ Alfonso-Goldfarb & Ferraz. “A historiografia contemporânea”, 60.

espontânea, a qual ele considerava extinta dos campos da ciência. A partir desse estudo, convidamos à reflexões sobre como a história da ciência pode ser abordada no ensino desse relevante conteúdo.

CAPÍTULO 1

A trajetória do bioquímico Soviético: Aleksandr Ivanovich Oparin

1.1 Aleksandr Ivanovich Oparin

Oparin formou-se na universidade no ano da revolução russa (1917), momento de muitas mudanças, inclusive no sistema educacional.⁶ O setor educacional foi dividido, após a revolução de 1917, em instituições de ensino, que incluíam universidades, institutos de formação profissional e instituições de pesquisa. O currículo da graduação passou a ser uniforme em toda a URSS, e os egressos deveriam trabalhar de dois a três anos na indústria.⁷

Mesmo antes das mudanças pós-revolução, os cursos universitários duravam entre cinco e seis anos para a obtenção do grau de especialista. Essa qualificação acadêmica era o suficiente para atuação no campo profissional.⁸

Seguindo esse modelo oficial de educação da União soviética, Oparin realizou seus estudos acadêmicos no departamento de fisiologia vegetal e entre 1921 e 1925 trabalhou como professor assistente neste mesmo departamento.⁹

Em 1922, Oparin foi enviado ao exterior pela Universidade de Moscou, com o intuito de aprimorar sua formação. Estudou em Heidelberg no laboratório sob a orientação de Albrecht Kossel. Quando retornou à Universidade de Moscou em 1925 pôde ministrar seu próprio curso, “Bases químicas dos

⁶ Revolutionary Russia. “Changes in Education.” In *Boston University*

⁷ Luchinskaya & Ovchynnikova. “The Bologna Process Policy” 25-6.

⁸ Ibid., 25.

⁹ Adams, 2066.

processos vivos” e em 1931, passou a lecionar um curso de bioquímica, área que pretendia que fosse consolidada na União Soviética.¹⁰

Oparin foi um bioquímico que se destacou na União Soviética por décadas. Porém mesmo tendo estudado e ministrado cursos na Universidade de Moscou por um longo período, não obteve título acadêmico. Seu trabalho estava dividido entre a Universidade e a indústria, realizando pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento da ciência. A educação aplicada ao trabalho era crucial para o sucesso da revolução e para a perseverança da URSS, desse modo a carreira acadêmica ficava atrelada ao trabalho na indústria.¹¹

No ano de 1934, foi lhe concedido, pelo *Presidium* (comitê diretor) da Academia de Ciências da URSS, o título de *Kandidat nauk* (“Candidato à ciência”) diante de sua contribuição incontestável para ciência.¹² Esse título foi introduzido na URSS em janeiro de 1934 e era concedido àqueles que houvessem contribuído significativamente no campo da ciência. Esse título equivale ao de doutorado concedido nos outros países europeus.¹³

Há registros biográficos controversos sobre sua carreira e essas incoerências refletem o status acadêmico incerto da bioquímica enquanto se consolidava na União Soviética.¹⁴ Em sua autobiografia, Oparin declarou que

¹⁰ Adams, 2066.

¹¹ Luchinskaya & Ovchynnikova. “The Bologna Process” 25-6.

¹² Adams, 2066.

¹³ Luchinskaya & Ovchynnikova, 25-6.

¹⁴ A. I. Oparin, Moscou, 1964, trata-se da biografia autorizada do bioquímico soviético.

dirigiu o departamento de bioquímica vegetal de 1942 a 1960, no entanto se desenvolveu academicamente basicamente fora da Universidade.¹⁵

A bioquímica começou a ser desenvolvida com o aumento de estudos sobre a matéria viva, a não-viva e o vitalismo. Entretanto há indicações de que a interface entre biologia e química fosse observada mesmo antes do século XIX, com os estudos relacionados com os processos químicos que ocorrem dentro da célula. Porém o termo bioquímico, não existia.¹⁶ A bioquímica começou a ser vista como disciplina separada da química e biologia apenas no início do século XX.¹⁷

Na União Soviética os estudos em bioquímica avançaram significativamente e em 1934, surgiu o primeiro instituto de bioquímica afiliado com a Academia de Ciências da URSS. Oparin e Aleksei Nikolaevich Bach (1857-1946) foram seus fundadores.¹⁸ Antes disso, Oparin utilizava seu espaço como professor na Universidade de Moscou para realizar estudos de fisiologia vegetal com base na bioquímica.

Aleksei N. Bach, com quem Oparin fundou o Instituto de bioquímica, foi seu mentor, protetor e responsável pelo seu desenvolvimento acadêmico. Bach, que era revolucionário a época czarista, deixou a Rússia em 1885 para trabalhar em Paris. Em 1894 estabeleceu-se em Genebra, local em que conquistou reconhecimento internacional por sua pesquisa em química-médica e agrícola.¹⁹

¹⁵ Adams, 2066. As fontes soviéticas são incoerentes quanto ao tempo que Oparin dirigiu o departamento de bioquímica na Universidade. *In* Dicionário de biografia científica, 2065.

¹⁶ Carl Neuber, 1. Carl Neuber era um químico alemão que criou o termo bioquímica em 1903. Esse termo veio para substituir o que nos séculos XIX e início de XX o que chamavam de química biológica ou fisiológica, in "History of biochemistry".

¹⁷ D. P. Burma, "History of Science, Physiology and Chemistry to Biochemistry", 26.

¹⁸ A. N. Bach Institute of Biochemistry, "History of institute".

¹⁹ Ibid.

Em 1918, Oparin solicitou à Universidade de Moscou, que o enviasse a Genebra para trabalhar com Bach em química vegetal, mas foi informado que o professor havia retornado a Moscou em 1917. Os dois se encontraram e logo o estudante se tornou protegido do químico, que na época, estava com 62 anos. Bach contribuiu para formação de Oparin, tanto na parte científica quanto na experiência da prática industrial. Com seu mentor, Oparin desenvolveu sua carreira na indústria farmacêutica, química e alimentícia, sendo nomeado para vários cargos ao longo dos anos. Ao mesmo tempo em que se destacava na indústria, foi professor no Instituto de Tecnologia Química D. I. Mendeleev em Moscou (1929-1931) e no Instituto de Grãos e Farinha de Moscou (1930-1931).²⁰

Essa relação com seu mentor durou até a morte de Bach, em maio de 1946. O Instituto que ele dirigia naquela época, foi rebatizado com seu nome, passando a chamar, “Instituto de Bioquímica A. N. Bach”, e Oparin foi nomeado diretor, cargo que manteve até sua morte.²¹

No início de sua carreira, Oparin foi membro da geração de jovens intelectuais da Rússia, filiado aos ideais revolucionários. Ele acreditava que a revolução e a ciência se encaixavam como luvas.²²

Sua primeira publicação, em 1917, comentava a respeito dos grupos amino livres nas plantas. Nas duas décadas seguintes, ele publicou inúmeros artigos científicos, e muitos artigos destinados a jornais ou revistas industriais. Os artigos tratavam da fermentação vegetal e sua função metabólica. A academia e a indústria permitiam que suas ideias e seus estudos fossem

²⁰ A. N. Bach Institute of Biochemistry.

²¹ Adams, 2066.

²² Graham, “Science in Russia”, 108.

amplamente difundidos pelo país.²³ Ele contribuiu verdadeiramente para transformar a bioquímica, que era apenas descritiva, em experimental.²⁴

Oparin, teve uma boa educação química, com isso, logo começou a aplicar esta nova abordagem para ensinar estudantes de fisiologia vegetal. Para difundir sua técnica de ensino, começou um curso sobre enzimas, que imediatamente chamou a atenção de alunos e professores de diversos departamentos da Universidade.²⁵

Para Kursanov, seu ex aluno e amigo até sua morte, Oparin utilizava suas pesquisas para aumentar a visibilidade da área da bioquímica e dizia para seus alunos, que eles eram bioquímicos e seus objetivos finais estavam em encontrar o papel das reações químicas ou metabólicas no organismo vivo, para que pudessem entender seu desenvolvimento.²⁶

Oparin, acreditava que os pesquisadores das novas áreas da biologia experimental ignoravam a importância dos estudos químicos aplicados aos organismos vivos. Para ele, essa integração entre as áreas, na visão de Oparin, era importante pois, resultaria no “progresso da agricultura, tecnologia e medicina”.²⁷ Por isso, vislumbrava o crescimento da área da bioquímica, que possibilitaria tranquilamente essa interação.

Quando trabalhava na Universidade de Heidelberg, o jovem Oparin, organizou seu pensamento sobre o problema da origem da vida e publicou o artigo, "*Proiskhozhdenie Zhizni* " ("A origem da vida"). Esse artigo, que iremos

²³ Adams, 2066.

²⁴ Kursanov, "Sketches to portrait of Oparin", 3.

²⁵ Kursanov, 4.

²⁶ Ibid., 5.

²⁷ Ibid.

discutir mais adiante, foi traduzido para o inglês por Ann Synge, que traduziu também, em 1957, o livro de Oparin: “Origem da vida na Terra” de 1953, uma reedição aprimorada do livro de 1938.

Oparin apresentou seu primeiro artigo discutindo a geração espontânea em 1922, no congresso da Sociedade Botânica de Moscou. Este artigo nunca foi publicado e pode não existir mais. Mas, no ano de 1924, ele publicou e distribuiu pelo órgão de propaganda Trabalhador de Moscou, (na forma de folheto contendo 71 páginas), uma versão retrabalhada daquele primeiro artigo.²⁸

No início da década de 1920, muitos tratados foram publicados na União Soviética, com a intensão de fortalecer a campanha do governo para difundir o materialismo dialético. O darwinismo também tinha divulgação intensa por meio de folhetos que se multiplicavam e eram distribuídos por todo o país.²⁹

Os estudos de Oparin sobre a problemática da origem da vida, surgem nesse contexto, em que também, se discutia que após Pasteur aparentemente ter refutado a teoria da geração espontânea, no século XIX, parecia não existir maneira filosoficamente aceitável de explicar como a vida foi originada e como se desenvolveu.³⁰

Adams escreve que no artigo de 1924, o bioquímico atacava o vitalismo afirmando não haver diferença entre o vivo e não-vivo que não pudesse ser inteiramente explicada pelas leis físico-química. Entretanto, conforme o mesmo

²⁸ Kursanov, 5.

²⁹ Adams, 2066.

³⁰ Ibid.

autor o trabalho de Oparin passou quase despercebido na época de sua publicação.³¹

Durante um bom tempo Oparin publicou sobre outros temas e aparentemente não retomou o problema da origem da vida. Mas, a partir de 1929, o debate sobre o “materialismo dialético”, as críticas aos “materialistas mecanicistas”, que reduziam os fenômenos vivos à física e à química, toma força no país. Oparin aproveita esse momento e publica seu livro “A origem da vida na Terra” (em russo, *Vozniknovenie zhizni na zemle*) que refletia sobre essas mudanças filosóficas.³²

Em 1938, seu livro “Origem da vida”, foi traduzido para a língua inglesa, por Sérgio Magulis e logo depois para outros idiomas. Foi apreciado por um grande público, sendo utilizado como base para muitos projetos científicos, que contribuíam para um novo pensamento e compreensão de um dos problemas mais difíceis de se encontrar uma solução.³³

Na versão de 1938 fez modificações em concepções anteriores. Considerou mais a literatura internacional sobre astronomia, geoquímica, química orgânica e enzimologia vegetal, baseando-se nela para aprimorar seu livro. Atacava a geração espontânea e citava Fredrich Engels (1820-1895) e o materialismo dialético para fundamentar suas opiniões,³⁴ como veremos em seguida.

³¹ Adams, 2066.

³² Adams, 2066.

³³ Ponnampuruma, 13.

³⁴ Adams, 2066.

1.2 Algumas influências no desenvolvimento da teoria da origem da vida de Oparin

Durante sua carreira Oparin foi influenciado por vários estudiosos, o que contribuiu muito para a elaboração de sua teoria da origem da vida. Nomes como Engels, Bach, Darwin e Timiriázev (1843-1920), foram importantes, tanto na sua formação acadêmica quanto na indústria.

Começaremos com Aleksei N. Bach (1857-1946), que o influenciou na carreira em bioquímica, conforme comentado anteriormente.³⁵ Oparin, um jovem estudante da Universidade de Moscou, trabalhou no laboratório de Bach, que além de ser um eminente cientista era uma importante figura política no Instituto Físico-Karpov. Nesse laboratório desenvolveu estudos sobre a fotossíntese e como a maioria dos bioquímicos de sua geração, rapidamente adotou a ideia de que o metabolismo era resultado de reações de oxidação e redução que foram acoplados no interior das células.³⁶

Bach ingressou no Partido Comunista em 1927, como consta em sua biografia, e subiu rapidamente na hierarquia administrativa, trabalhando como membro do comitê executivo central do governo. Na década de 1920, assumiu ativamente cargos na organização da pesquisa na indústria alimentícia e sempre atribuindo Oparin cargos relacionados à pesquisa científica³⁷.

Alexei N. Bach escreveu panfletos de propaganda sobre o Marxismo em 1880, tendo uma grande influência na carreira de Oparin. No momento da revolução soviética, Oparin estava com vinte e poucos anos e até então, estava muito disposto e ansioso, para aplicar os princípios do materialismo dialético à

³⁵ Encyclopedia.com.

³⁶ Lazcano. "Historical development", 5.

³⁷ Adams, 2066.

investigação científica. Em muitos dos livros e artigos que publicou na segunda metade do século XX, ele escreveu sobre a relevância do Marxismo para a biologia.³⁸

Podemos imaginar, então, que a teoria da origem da vida proposta por Oparin foi influenciada, principalmente, pelo materialismo dialético de Engels, que recusava a ideia de uma origem da vida independentemente das condições de desenvolvimento da natureza.³⁹

Nos livros de Oparin verificamos várias semelhanças entre a concepção de Engels sobre a origem da vida, a leitura que ele faz de Darwin e a sua hipótese sobre a origem da vida. O bioquímico pode ter sido influenciado por outros estudiosos, porém pode ter se inspirado diretamente por Darwin, por utilizar a teoria darwiniana para explicar a evolução da matéria.⁴⁰ Para fundamentar sua pesquisa, Oparin também fez reflexões importantes sobre a teoria de Ernest Haeckel (1834-1919).

No século XIX, Haeckel apresentou a ideia que a vida teria se originado devido a uma auto-organização da matéria bruta motivada por ciclos bioquímicos, gerando substâncias orgânicas, presentes no lodo do oceano primitivo. Disso resultaria a formação de coloides (aglomeração de moléculas proteicas) ou coacervados, como denominado por Oparin.⁴¹ Haeckel admitia que o oceano primitivo serviu como um recipiente contendo lodo da terra prebiótica, o que teria possibilitado a evolução química da matéria não viva (presente nesse

³⁸ Graham, 109.

³⁹ Lazcano, 16.

⁴⁰ Lazcano, 16.

⁴¹ Oparin, 60. O bioquímico escreve que a mistura de diversos coloides e os compostos albuminoides primitivos teria formado gotas de coacervados nas águas da Terra, porém em muitos momentos em seu livro, escreve sobre o coloide individual como se fosse sinônimo de coacervado.

lodo) no surgimento espontâneo da vida. Essas seriam as ideias fundamentais da chamada sopa primitiva ou primordial.⁴²

Em seu livro, Oparin comentou que Haeckel acreditava que a vida teria surgido da interação de substâncias dissolvidas nas águas do oceano primitivo (detalharemos essa ideia de Haeckel mais adiante), porém ele não sabia explicar como a vida poderia surgir nas condições atuais. Haeckel considerava qualquer apresentação sobre a origem primária da vida como insatisfatória devido à falta de dados confiáveis sobre as condições extremamente peculiares existentes na superfície da Terra primitiva.⁴³

Haeckel não via diferença entre a formação de um cristal e de uma célula viva e declarava que a forma mais simples de vida, o representante não-nucleado do Reino Monera, cristalizou-se mecanicamente a partir da substância inanimada. Oparin considerava isso um erro, pois esse tipo de visão da origem da vida, levava em conta apenas a presença de algumas forças físicas externas para que a substância inanimada se transformasse em um ser vivo. Para Haeckel essas forças só existiam no passado obscuro da história da Terra e que foi completamente perdida, já que não é possível que ocorra a geração espontânea atualmente.⁴⁴

Oparin acreditava que as soluções orgânicas elementares que estavam presentes no oceano primitivo foram importantes para o surgimento da vida, como afirmava Haeckel, porém o bioquímico não acreditava que a vida pudesse

⁴² Yookey. "Information theory", 114.

⁴³ Oparin, 46.

⁴⁴ Ibid.

surgir espontaneamente.⁴⁵ Também era contra a ideia de que apenas forças físicas fossem suficientes para que a matéria inanimada se tornasse um ser vivo.

Como muitos de seus colegas, Oparin estava bem familiarizado com os trabalhos de Haeckel, principalmente com seus trabalhos em botânica, sua área de atuação. Porém, ele não concordava com a ideia de que os primeiros seres vivos teriam sido autotróficos, visto que lhe parecia impossível compreender que a fotossíntese, um processo tão complexo, pudesse ter sido originado nos primeiros seres vivos, que eram formas tão simples de vida.

Oparin fez uso da teoria darwiniana para esclarecer esse problema afirmando que o processo que permitiu a origem dos seres autotróficos foi organizado de forma gradual, isto é, de forma lenta, dos seres mais simples para os mais complexos. Para ele, primeiro surgiu a vida heterotrófica que foi evoluindo para a vida autotrófica.⁴⁶

Oparin entrou em contato com as ideias de Darwin quando assistiu a palestras de K. A. Timiriázev (1843-1920) em Moscou. Durante uma entrevista acadêmica em 1970 em Moscou, Oparin descreveu como as palestras sobre o darwinismo de Timiriázev, dadas no Museu Politécnico, quando ele era apenas um garoto, o influenciaram no seu desenvolvimento profissional.⁴⁷

Quando cursava o último ano da escola secundária, Oparin e um colega, após os ótimos resultados dos exames, foram convidados a visitar a Universidade de Moscou. No entanto, na data marcada perderam o trem e só conseguiram chegar à Universidade à tarde, mas, foi possível assistirem a uma

⁴⁵ Ibid., 48.

⁴⁶ Lazcano.

⁴⁷ Graham, 67.

palestra. Como este tinha grande interesse em botânica, escolheu assistir a palestra de Timiriázev, que se declarava um defensor das ideias de Darwin.⁴⁸

Timiriázev foi um grande defensor do darwinismo na União soviética o que lhe valeu a alcunha de “Darwin’s Russian Bulldog.” (Buldogue russo de Darwin). Escreveu dois livros sobre o assunto, *A short sketch of the theory of Darwin* (Um breve esboço da teoria de Darwin) e *Charles Darwin and his theory* (Charles Darwin e sua teoria), foram publicados em quinze edições entre 1883 e 1941.

Com apenas vinte anos e recém-formado, Timiriázev, foi à Londres na esperança de conhecer e poder conversar com Charles Darwin. Era 1870, Darwin estava doente, porém Timiriázev foi persistente e conseguiu uma audiência com o naturalista inglês. Conversaram sobre as teorias darwinianas e isso foi suficiente para ter certeza que os estudos do inglês estavam certo.⁴⁹

Graham escreve que não importava o quanto Timiriázev possa ter exagerado no significado sócio-político do darwinismo, pois o que importava “é que ele era fiel ao espírito de Darwin em subestimar a herança de características adquiridas e salientar a importância central da seleção natural”. Ele lutou fortemente contra todos os desvios dos ensinamentos de Darwin, posição esta, que o levou a se opor ao mendelismo e todas as teorias da hereditariedade, encarando essas teorias como especulações desnecessárias que vão além dos fatos positivos da ciência.⁵⁰ Timiriázev defendia a teoria da seleção natural, pois acreditava que permitia o equilíbrio natural das espécies no planeta.⁵¹

⁴⁸ Ponnampetuma, 21.

⁴⁹ Schopf, “Human history and evolution”, 21.

⁵⁰ Graham, 67.

⁵¹ Ibid., 68.

Em 1971, Oparin fez menção novamente à influência de Timiriázev em sua formação quando comentou que antes da revolução, quando ainda era apenas uma garoto, ele havia se emocionado com as palestras sobre a evolução dadas por Timiriázev.⁵² Foi como se ele encontrasse uma forma de esclarecer suas ideias sobre como a vida poderia ter se originado e como pode evoluir.⁵³

Oparin em seu livro faz uma crítica à visão religiosa sobre a origem da vida e cita Timiriázev como alguém que contribuiu para uma nova e convincente explicação para o problema:

Durante o século XIX foi apontado outro golpe demolidor das ideias religiosas relativas à origem da vida. Charles Darwin e os sábios que o sucederam, entre os quais os investigadores soviético K. Timiriázev, os irmãos A. V. Kovalevski, I Metchníkov e outros, demonstraram que nosso planeta nem sempre foi povoado pelos animais e vegetais que nos cercam atualmente, tal como ensinam as sagradas escrituras.⁵⁴

Esses estudiosos contribuíram significativamente na carreira de Oparin. Com base em seus ensinamentos ele elaborou e fundamentou suas ideias, formulando, assim, a teoria da origem da vida.

⁵² “Darwin’s Russian bulldog”, tradução “Buldogue russo de Darwin” é uma apropriação do apelido dado a Thomas Henry Huxley, “Buldogue de Darwin”, apelido que recebeu, por ser o grande defensor da teoria de Darwin e tentar fazer com que estudiosos da época em que o “Origem das espécies” foi lançado, aceitassem a teoria proposta pelo naturalista. In Universidade de Berkley, “Thomas Henry Huxley.” <http://www.ucmp.berkeley.edu/history/thuxley.html>.

⁵³ Graham, 109.

⁵⁴ Oparin, *Origin of life on the Earth*, 14.

1.3 O materialismo dialético e as críticas de Oparin a outras visões sobre a origem da vida

Oparin apoiava-se nas ideias do materialismo histórico para justificar sua teoria e também, criticar o vitalismo, mecanicismo, as religiões e os idealistas, como veremos mais adiante. O materialismo era a linha seguida por muitos estudiosos na Rússia para fundamentar suas teorias.⁵⁵

Oparin, mostrou-se contrário aos princípios mecanicistas adotado por alguns estudiosos, no final do século XIX e início do século XX, que segundo ele, cometeram erros ao atribuir aos seres vivos a forma do movimento da matéria que caracteriza as máquinas.⁵⁶ Oparin afirmou que o processo vital tem caráter inteiramente diverso expressando-se sobretudo no metabolismo, isto é, pela interação química dos elementos que constituem o protoplasma.⁵⁷

Em seu artigo de 1924, ele não mencionou explicitamente o materialismo dialético de Engels, apenas discursou sobre a seleção natural demonstrando concordar com a teoria de darwiniana, a qual considerava materialista.

Neste artigo Oparin aproxima o mundo inorgânico do orgânico quando compara as transformações sofridas pelos cristais as sofridas pela matéria orgânica. Para Oparin, as condições ambientais eram fundamentais para a formação de qualquer tipo de cristal, que poderia, inclusive, ser destruído a qualquer momento devido a outras condições ambientais.

Oparin afirmou que esse seria um exemplo “da luta pela existência no reino dos cristais” e a matéria viva também estaria suscetível a situações de transformações movidas pelas condições ambientais.⁵⁸ Essa seria a releitura da

⁵⁵ Graham, 99.

⁵⁶ Graham, 66-7.

⁵⁷ Graham, 66.

⁵⁸ Oparin, *Origin of life* In J.D. Bernal, *Origin of life*, 214-5.

teoria darwiniana com base no materialismo dialético feita por Oparin, que defendia a evolução da matéria. Em seus outros trabalhos, Oparin evitou o termo “luta pela existência” de Darwin, provavelmente porque não era bem visto na URSS.

Porém, esse dilema sobre origem da vida e origem das espécies, gerou muitas discussões e reflexões no século XIX, que como comentando anteriormente, foi resolvido de forma totalmente diferente por variados grupos de cientistas. Mas, para Oparin seria o materialismo dialético a fundamentar suas ideias sobre a origem da vida, como veremos a seguir.⁵⁹

O materialismo dialético, defendido por Oparin, surgiu em meados do século XIX, com uma grande reviravolta revolucionária em filosofia, como escreve Fataliev em seu livro.⁶⁰

O Oparin escreveu que o materialismo abordava o problema da origem da vida levando em conta que esta é de natureza material e não necessita de nenhum princípio espiritual ou sobrenatural para explicá-la. Ele afirmou que a “única posição justa e científica do problema da origem da vida” foi apresentada por Engels, em sua obra, “Anti-Dühring” e na “Dialética da natureza”. Segundo ele, Engels apontou aos biólogos o caminho que deviam seguir para desvendar o problema da origem da vida, o que foi seguido proveitosamente pela biologia soviética.

Apesar de Oparin escrever que o materialismo dialético foi seguido pela biologia soviética, não foram todos que simpatizaram com ele e mesmo os que até entre estes adeptos havia desacordos.

⁵⁹ Farley, *The spontaneous generation*, 40.

⁶⁰ Fataliev, *O materialismo dialético*, 34.

Graham comenta em seu livro, que o geoquímico e pesquisador de história da ciência soviético Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863-1945) era um soviético que não estava inteiramente de acordo com a filosofia proposta pelo materialismo dialético e enfatizava o poder independente das ideias na determinação do universo em que vivemos. Por conta dessa visão, ele atraiu críticas dos marxistas que o consideravam um idealista.⁶¹

O materialismo dialético, também foi considerado por muitos intelectuais no ocidente, tais como Haldane. Além de seus estudos serem baseados no materialismo dialético, o cientista britânico mostrava-se totalmente de acordo com as ideias de Oparin. Na União Soviética pregava-se que o Marxismo tem duas metades: materialismo histórico, que é uma teoria do desenvolvimento social; e o materialismo dialético, que é parte da filosofia da ciência.⁶²

Voltaremos a essa questão no próximo capítulo. Mas, antes disso gostaríamos de apresentar algumas considerações sobre visões difundidas atualmente acerca das teorias de Oparin e de Haldane.

1.4 Oparin e Haldane, alguns esclarecimentos

É muito comum encontrarmos em artigos de divulgação e em materiais didáticos, a teoria da origem da vida, chamada de sopa primordial ou origem heterotrófica da vida como teoria de Oparin-Haldane. Embora a abordagem de Haldane tivesse semelhanças com a de Oparin, ele sempre admitiu que o soviético tinha vindo antes dele.⁶³

Vale ressaltar, que ambos cientistas eram materialistas, concordavam com a ideia da vida ter surgido no mar quente e primitivo e que Pasteur teria

⁶¹ Graham, 139.

⁶² Ibid. 101.

⁶³ Ibid., 108.

“refutado” a geração espontânea. Além disso, ambos admitiam que os primeiros seres vivos teriam sido heterotróficos, por acharem os organismos autotróficos muito complexos para terem sido os primeiros. No entanto, suas teorias tinham características próprias.

Haldane, segundo Graham, afirmou que o primeiro organismo vivo ou quase vivo, como ele chamou, seria uma molécula grande, e não o chamou de coacervado, como Oparin havia chamado o ser vivo originado.⁶⁴

Stanley Miller, que inclusive testou a hipótese de Oparin no laboratório, seguido por Bada e Lazcano, comenta que é provavelmente uma injustiça com Oparin, chamar sua teoria de Oparin-Haldane.⁶⁵

Oparin saiu a frente de Haldane em suas produções sobre a origem da vida, porém o que está em questão não é quem veio primeiro e sim, como seus trabalhos foram apresentados e o impacto que cada um causou sobre os cientistas de sua época.⁶⁶

Haldane afirmou em uma reunião em 1963, na Flórida, que não tinha lido o artigo de Oparin (1924) na época em que publicou seu artigo “A origem da vida”, em 1929, no livro “*Rationalist Annual*”, e cedeu a Oparin, dizendo: “Eu tenho pouquíssima dúvida de que o professor Oparin tem prioridade em relação a mim”.⁶⁷

Haldane postulou que a auto reprodução das moléculas orgânicas foi intermediária entre a matéria viva e a matéria inanimada. Essa relação se formou

⁶⁴ Graham, *Science and philosophy*, 273-4.

⁶⁵ Miller, Schopf & Lazcano, 351.

⁶⁶ Ibid.

⁶⁷ Ibid.

no que ele chamava de sopa primordial ou primitiva (as águas mornas do oceano primitivo e o lodo que existia nele), sob os raios ultravioleta. Ele sugeriu que a vida poderia ter permanecido na fase de vírus por milhões de anos antes de evoluir.⁶⁸

Sendo assim, enquanto Oparin considerava em primeiro lugar a vida como um sistema multi-molecular metabolizado, Haldane viu que a capacidade de se auto reproduzir das moléculas orgânicas foi essencial para o aparecimento da vida.⁶⁹ Assim, esses cientistas apresentaram algumas visões diferentes sobre o como a primeira forma de vida surgiu.

Bernal escreve que mesmo que o trabalho de Oparin não tenha conseguido responder a todas as questões sobre a origem da vida, motivou outros questionamentos que deram início a novas pesquisas e debates sobre o assunto, o que Haldane não conseguiu com suas pesquisas. Ainda segundo Bernal em 1929, as ideias de Haldane foram “rejeitadas como especulações selvagens”.⁷⁰

⁶⁸ Fry, 25.

⁶⁹ Fry, 27.

⁷⁰ Haldane, *Origin of life*. In J. D. Bernal. *Origin of life*, 243.

CAPÍTULO 2

Teoria da origem da vida

2.1 Como a vida pode ter surgido na Terra?

Discutir sobre a origem da vida, em meados do século XX, era tão importante quanto a questão da origem das espécies, na segunda metade do século XIX. J. D. Bernal⁷¹ (1901-1971), um dos simpatizantes e divulgadores da teoria proposta por Oparin, comentou em seu livro que ambas as questões, por um bom tempo, teriam sido respondidas recorrendo ao livro Bíblico do Gênesis.

Entretanto a procura por respostas teria continuado e a ideia de que a vida poderia ter origem na matéria inorgânica entre outras, foi considerada, ainda conforme Bernal, a questão da origem da vida envolvia muito mais do que saber como ela havia surgido, pois: “uma coisa era dizer que a vida originava da matéria inorgânica, outra coisa era indicar como, quando e onde esta transformação poderia ter ocorrido”. Para ele faltavam informações convincentes e coerentes para debater o assunto, o que possivelmente desagradou os estudiosos.⁷²

Mesmo assim, houve quem se interessou em discutir a origem da vida. Tal é o caso de William Thierry Preyer (1841-1897), que em 1880, comentou sobre a possibilidade da geração espontânea no tempo em que a Terra surgiu.⁷³

⁷¹ J. D. Bernal divulgou amplamente as ideias de Oparin na Europa. Bernal foi um cientista que apoiava o materialismo dialético e descrevia a história ciência numa perspectiva externalista. In *Escrevendo a História da ciência*.

⁷² Bernal. “Origin of life on the Earth”, 50.

⁷³ Oparin, 32.

As ideias de Preyer foram comentadas por Oparin em seu “Origem da vida na Terra”.

Para expor a teoria proposta por Oparin utilizaremos seu livro de 1938 e a reedição de 1956, que o projetaram internacionalmente. Em ambas as edições ele começa fazendo questionamentos sobre a origem da vida evidenciando a teoria da geração espontânea.

Nessas versões de sua obra introduziu modificações em concepções anteriores de várias maneiras importantes, pois considerou mais a literatura internacional sobre astronomia, geoquímica, química orgânica e enzimologia vegetal, baseando-se nela para aprimorar seu livro, nas publicações, ao mesmo tempo, atacava a teoria da geração espontânea, os idealistas e mecanicistas e defendia as transformações químicas como a base para o surgimento da vida.⁷⁴

Segundo Oparin, explicar como surgiram os primeiros seres vivos seria um dos maiores problemas enfrentados pelas ciências naturais e não haveria “sistema filosófico ou pensador que não lhe tenha dedicado a mais séria atenção”.⁷⁵ Para tratar disso, em primeiro lugar ele apresentou pontos de vista diferentes sobre a origem da vida para por fim, apresentar suas ideias.

2.2 A visão de Oparin sobre a teoria da geração espontânea e da continuidade da vida

Oparin começa o primeiro capítulo, em ambas as edições, fazendo sérias críticas à geração espontânea e aos idealistas que consideravam a vida como

⁷⁴ Adams, 2066.

⁷⁵ Oparin, 7. Oparin refere-se ao conceito de alma proposto por Aristóteles que defendia que o que possuísse alma se distinguiria do que não possuísse alma, isto é, aquilo que tem vida tem alma.

uma manifestação de um princípio espiritual superior e imaterial. Para eles a matéria seria em si algo inerte e privado de vida, o material de construção do ser vivo, cuja alma lhe proporcionaria forma e estrutura.⁷⁶

Oparin dividiu o mundo da natureza circundante como, o mundo dos seres vivos (animais e vegetais) e da matéria bruta ou inorgânica. Segundo ele, o que diferenciava os representantes de cada um desses grupos era a presença da vida, que em sua concepção teria origem material, diferente da concepção dos idealistas e sobre isso ele escreve que

Os idealistas sempre consideraram e continuaram a considerar, a vida manifestação de um princípio espiritual superior e imaterial: “alma”, “espírito universal”, “força vital”, “razão divina”, etc. Segundo esse ponto de vista, a matéria é em si mesma algo inerte e privado de vida, servindo apenas de material para a construção dos seres vivos que, supostamente, não podem nascer e existir senão quando esse material tenha recebido alma que lhe confira forma e estrutura convenientes.⁷⁷

Oparin criticou o idealismo, que afirma, segundo ele, “que o ser supremo, Deus, insuflou uma alma viva a uma carne inanimada e inerte” é o que move o ser e o mantém com vida.⁷⁸ Para ele, a vida é material e é atributo de todos os seres vivos e não está presente em objetos e substâncias do “mundo inorgânico”, além de não precisar de “alma” para dar vida a um ser⁷⁹.

Após sua reflexão sobre a visão idealista, ele escreveu sobre as antigas doutrinas da Índia, Babilônia e Egito, as quais admitiram que a vida poderia ter surgido espontaneamente. Vermes, moscas e escaravelhos, para essas

⁷⁶ Oparin, 8.

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ Ibid.

⁷⁹ Ibid.,19.

doutrinas, surgiriam do esterco e do lixo. Estas crenças estavam ligadas às lendas religiosas, que afirmavam que estas aparições eram manifestações das vontades de deuses ou demônios.⁸⁰

Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.), também acreditava que alguns animais eram gerados espontaneamente, ou seja, que não nasciam de uma linhagem semelhante.⁸¹ Para o filósofo, alguns desses animais provinham da matéria vegetal, da terra em putrefação, como acontecia com um certo número de insetos ou os que surgiam espontaneamente no interior dos animais.⁸²

Oparin continuou sua reflexão sobre o assunto, comentando que a teoria da geração espontânea permaneceu por quase dois mil anos como interpretação da origem e evolução da vida, fundindo-se, posteriormente com os conceitos criacionistas defendidos pela Igreja.⁸³ A Igreja cristã ocidental transformou em dogma a doutrina de Tomás de Aquino (1225-1274), na qual cita que os seres vivos surgem da animação da matéria inerte por um princípio espiritual.⁸⁴

Comenta que nem William Harvey (1578-1657), que apresentou a teoria da circulação do sangue, rejeitou a geração espontânea.⁸⁵ Faz menção a outros nomes de estudiosos, chegando à Pasteur, considerado por ele, como o maior responsável pela refutação da teoria.⁸⁶

Após analisar os experimentos de Pasteur, ele escreveu que sem dúvida a teoria da geração espontânea de micróbios não aconteceu, eles devem suas origens a outras coisas vivas.⁸⁷ Na visão de Oparin, “os experimentos de Pasteur

⁸⁰ Oparin, 10

⁸¹ Ibid., 11. A teoria da geração espontânea era baseada no surgimento de seres vivos a partir da matéria inanimada, sem qualquer relação com um organismo pré-existente.

⁸² Martins, “Aristóteles e a geração espontânea”, 213.

⁸³ Oparin, 12.

⁸⁴ Ibid., 13.

⁸⁵ Oparin, 16.

⁸⁶ Ibid., 45.

⁸⁷ Oparin, 190.

havam revolucionado completamente as concepções dos naturalistas a respeito da origem da vida”.⁸⁸

Segundo Oparin, estudos aprofundados da natureza permitiram a todos saberem não ser possível a geração espontânea ocorrer em qualquer lugar do mundo que nos cerca.⁸⁹ Salienta que, se a vida tivesse se originado espontaneamente nos tempos remotos da Terra, os seres vivos existentes, poderiam facilmente predá-las antes que elas se desenvolvessem por completo. Porém, o que Oparin entendia por geração espontânea?

Uma análise de seu texto revelou concepções diferentes de geração espontânea.⁹⁰ Por um lado ele não considerava o tipo de geração espontânea descrito e aceito pelas religiões, mitos e outras doutrinas antigas. Por outro lado, ele utiliza o conceito de abiogênese para explicar como a vida surgiu na Terra. Porém ele não entendeu abiogênese como sinônimo da geração espontânea, conforme Huxley (1825-1895).⁹¹

Huxley considerava que: biogênese refere-se a matéria viva proveniente de outra matéria viva pré-existente. Seria o oposto da abiogênese ou geração espontânea, que se referem a matéria viva que pode ser produzida a partir da matéria não viva.⁹² É interessante notar que essas definições são utilizadas até hoje.

Oparin comparou a teoria da geração espontânea e o que ele chamou de teoria da continuidade da vida afirmando que ambas estavam baseadas num mesmo aspecto dualista da natureza, ou seja,

⁸⁸ Oparin, 28.

⁸⁹ Ibid, 14.

⁹⁰ Negretti, 11.

⁹¹ JStrick. In H. C. Bastian, *Evolution*, xii-xiv.

⁹² Huxley, “Biogenesis and abiogenesis”, 401.

Partiam da mesma concepção de que a vida estaria dotada de absoluta autonomia, determinada por princípios e forças especiais aplicadas unicamente aos organismos, cuja a natureza é diferente dos princípios que atuam nas forças dos objetos inanimados.⁹³

Oparin comentou que os experimentos de Pasteur dividiram os naturalistas de sua época, uns continuaram a acreditar que a vida poderia surgir da matéria morta e outros defendiam que a vida não poderia ser originada, contudo deveria ser eterna.

Sobre a teoria da continuidade da vida, Oparin se baseia nas críticas que Engels fez sobre os pensamentos de Liebig, que difundia a ideia de que a vida não teria surgido da matéria morta, porém, seria eterna com mudança apenas em sua forma.

Liebig afirmou que “a vida é tão antiga e tão eterna como a própria matéria”. Utilizou desse argumento para levantar a questão sobre a matéria orgânica ter estado presente desde o instante inicial da formação da Terra, como o carbono e seus compostos. Liebig também concordava com a possibilidade da “vida orgânica ter sido importada do espaço interestelar para o nosso planeta”.⁹⁴

Segundo Engels, Liebig defendia que a “força vital” era o princípio formativo e uma propriedade da matéria que só se “manifestaria em condições apropriadas que existem desde a eternidade”.⁹⁵ Oparin comentou que para

⁹³ Oparin, 30.

⁹⁴ Engels, *A dialética da natureza*, 151.

⁹⁵ Ibid., 152.

Engels essa visão vitalista de Liebig seria inaceitável para a concepção materialista do mundo.⁹⁶

Liebig afirmava que o carbono seria eterno e que em “idênticas condições de temperatura, pressão, potencial elétrico etc, sempre se reproduzem”, mas, segundo ele, isso somente seria possível aos compostos mais simples de carbono, que seriam eternos.⁹⁷ Liebig defendia que a proteína também era eterna, no mesmo sentido que os compostos simples de carbono. Engels, por outro lado não compactuava dessa ideia, pois na concepção de Liebig as proteínas não desassociariam de seus elementos, o que ela realmente faz, mas deveria se formar continuamente a partir desses elementos.⁹⁸

Em relação aos seres vivos, Oparin defendeu que

A ideia de que seres vivos sempre surgem em determinadas condições não tem relação com o conceito da eternidade da vida, pelo ao contrário, indica a necessidade de que se originem organismos a partir da matéria inanimada.⁹⁹

Segundo Oparin, os partidários da teoria da continuidade defendiam que tal princípio ou força vital existiria em qualquer período e passaria de organismo a organismo sem que fosse impossível originar os seres vivos. Essa seria uma concepção vitalista. Para Oparin, a vida nunca poderia ter surgido espontaneamente ou nem existido eternamente.

Oparin também faz críticas em seu livro, sobre a panspermia ou como ele a chamou de teoria dos Cosmozoa e a teoria de Preyer, que eram teorias

⁹⁶ Oparin, *El origen de la vida*, 31.

⁹⁷ Engels, 154.

⁹⁸ Ibid.

⁹⁹ Oparin, 31.

contrárias a geração espontânea, no entanto oriundas do vitalismo e se fundamentaram na teoria da continuidade da vida.¹⁰⁰

Farley escreveu, que Willian Preyer, acreditava que se no passado a Terra tivesse condições ambientais tão diferentes das de hoje, a geração espontânea poderia ter acontecido, isto é, o organismo teria surgido instantaneamente, porém isso seria impossível de acontecer atualmente.¹⁰¹

Sendo assim, segundo Farley, Preyer defendia que nos tempos atuais só seria possível conceber que os organismos vivos dessem origem a outros organismos vivos.¹⁰² Por outro lado, segundo Oparin, Preyer defendeu que as substâncias inorgânicas poderiam não apenas se originar de outra matéria inanimada, mas também organismos vivos que após a morte são considerados inanimados. Preyer defendia que na matéria inanimada sempre teria algo vivo.¹⁰³

Para Oparin a teoria de Preyer seria antiga, idealista e “estabelece uma interpretação extraordinariamente ampla e indefinida a respeito da vida”. Oparin concluiu que se deixasse de lado a interpretação e focasse apenas no problema da origem da vida dos organismos atuais, a teoria proposta por Preyer não “ofereceria nada de concreto”.

Ele citou o físico inglês Lord Kelvin (1824-1927) que comentou em 1871 a respeito da “refutação” da teoria da geração espontânea por Pasteur. Para Kelvin seria realmente impossível a autogerarção da vida, em qualquer que fosse o tempo e que outros estudiosos que investigavam esse problema concordavam

¹⁰⁰ Oparin, 32.

¹⁰¹ Farley, “The spontaneous generation”, 42.

¹⁰² Oparin, 32.

¹⁰³ Ibid.

que a vida era imensamente diferente da matéria inanimada em repouso, mas acreditavam também na eternidade da vida.¹⁰⁴

Segundo Oparin, a teoria da Cosmosoa ou panspermia, que como dito anteriormente fundamentada na continuidade da vida, tinha partidários que defendiam que a vida existiu eternamente e que nunca teria sido criada e não teria se diferenciado da matéria não viva. Para eles, no princípio a Terra não poderia ter sido povoada por organismos, no entanto, germes dormentes que viajaram no espaço por um longo período de tempo, chegaram ao nosso planeta e ficaram em estado de dormência até que as condições ambientais fossem favoráveis para que se tornassem ativos.¹⁰⁵

Segundo Oparin, para a teoria da Cosmosoa os germes orgânicos eram eternos, nunca se criaram, apenas foram transportados de um planeta para outro. Para os partidários desta teoria a existência de organismos vivos no universo é eterna.¹⁰⁶

Para Oparin era inconcebível pensar que a vida fosse eterna e apenas trocasse de forma. Ele escreveu que segundo o materialismo dialético “a natureza da vida é material”, embora não signifique que ela esteja ligada de forma inseparável a qualquer matéria, em geral.¹⁰⁷ Com base em suas fundamentações, ele afirmou que a matéria nunca permanece em repouso e está em constante movimento, transformando-se e tornando-se cada vez mais complexa.

¹⁰⁴ Oparin, 29-30

¹⁰⁵ Ibid., 33-4.

¹⁰⁶ Ibid., 34.

¹⁰⁷ Oparin, 19.

Oparin considerava ingênuo quem defendesse, mesmo que no passado, a geração espontânea, a teoria da continuidade da vida ou ambas. Para ele, as ideias que importavam eram aquelas que refutassem e eliminassem essas teorias.

Podemos pensar que essa concepção de Oparin em relação a geração espontânea foi o gatilho para que ele não a visse como sinônimo de abiogênese, pois ele levava em consideração apenas a concepção de que alguns organismos vivos poderiam surgir espontaneamente da matéria orgânica em estado de putrefação. Era taxativo em afirmar que “o estudo aprofundado da natureza permitiu aos sábios estabelecer que essa geração espontânea não ocorre em nenhum lugar que nos cerca”.¹⁰⁸

Aparentemente, Oparin desconhecia a conclusão de Pasteur sobre o problema da geração espontânea em que ele afirmou que não poderia provar a inexistência dessa teoria apenas com a ciência da observação, isso não seria suficiente para negar algo, pois em seu texto não há menção sobre isso.¹⁰⁹

Oparin mostrava-se irredutível quanto à ideia do ser vivo ser gerado espontaneamente e para manter sua posição, recorreu aos estudos de Charles Darwin e aos sábios (na visão dele) que o sucederam, tais como, os russos K. Timiriázev, os irmãos A. e V. Kovalevski, I Metchníkov e outros. Com isso, ele afirmou que esses sábios demonstraram que nem sempre o planeta foi povoado

¹⁰⁸ Oparin, *A origem da vida*, 14.

¹⁰⁹ Rodrigues, “O microrganismo no trabalho de Pasteur”, 74-5. Estudos recentes apresentam que na época que Pasteur demonstrou seus experimentos que pretendiam refutar a teoria da geração espontânea haviam experimentos que favoráveis a ela. Eram, segundo Pasteur, experimentos difíceis de fazer e que não tinha certeza absoluta se a geração espontânea não existia.

pelos seres vivos que o habitam atualmente, tal como está escrito nas sagradas escrituras.¹¹⁰

No entanto, mesmo após realizar esses registros, pareceu-nos que ele não deixava de conceber sua hipótese sem pensar em geração espontânea, mesmo que não seja em sua totalidade, informação essa, encontrada em alguns estudos atuais.¹¹¹

Afirmou em suas produções sobre a origem da vida, que os primeiros seres vivos surgiram na Terra a partir de moléculas simples que reagiam entre si, tais como as do metano, da amônia e do hidrogênio. Essa reação promoveu a formação e o acúmulo de biomoléculas (aminoácidos, açúcares, lipídios, purinas etc.), o que para ele teria levado muito tempo para acontecer. Ele explica que estas biomoléculas começaram a se arranjar, combinando umas com as outras para formar biopolímeros¹¹².

Após muito tempo, estes biopolímeros começaram a se combinar formando o que Oparin chamou de estruturas coacervadas, que segundo ele, “lembrariam muito as células vivas existentes hoje”. Oparin explicou que a mistura de diversos coloides¹¹³ e os compostos albuminoides primitivos teriam formado gotas de coacervados nas águas da Terra, porém em muitos momentos em seu livro, escreveu sobre o coloide individual como se fosse sinônimo de coacervado.¹¹⁴

¹¹⁰ Negretti, 14.

¹¹¹ Ibid, 12.

¹¹² Biopolímeros são moléculas gigantes feitas pela repetição de unidades simples, como por exemplo as proteínas, que são sintetizadas a partir das unidades de aminoácidos.

¹¹³ Os coloides, ou sistemas coloidais, são misturas em que as partículas dispersas têm um diâmetro compreendido entre 1 nanômetro e 1 micrometro, partículas estas que podem ser átomos, íons ou moléculas. O nome coloide vem do grego “kolas”, que significa “que cola” e foi criado pelo químico escocês Thomas Graham, descobridor desse tipo de mistura. In Coloides. <http://bioquimica.ufcspa.edu.br/pg2/pgs/quimica/coloides.pdf>

¹¹⁴ Zaia, 4.

Assim, esse processo seria extremamente lento e, por isso, diferente da geração espontânea considerada por Oparin em que uma forma de qualquer ser vivo surgir num instante. Para ele, isso seria inviável até para os indivíduos mais simples.

De acordo com ele, foi necessária uma longa transformação da matéria, “sua origem seria meramente um passo no curso histórico de seu desenvolvimento. A vida não surge em um momento, ela emerge gradativamente”.¹¹⁵ Não havia, em sua opinião, a possibilidade de qualquer organismo vivo surgir de uma hora para outra, da matéria inanimada.

Para fundamentar sua teoria e ao mesmo tempo pretendendo derrubar as visões vitalistas e a teoria da geração espontânea, Oparin se baseava nas ideias de Darwin, a quem dava o mérito de ter explicado cientificamente e de modo materialista o surgimento das plantas e dos animais, mediante o desenvolvimento progressivo do mundo vivo.¹¹⁶

O grande mérito da teoria darwiniana é ter explicado cientificamente e de modo materialista o surgimento das plantas e dos animais superiores, mediante o desenvolvimento progressivo do mundo vivo e, além disso, ter aplicado o método histórico à solução dos problemas biológicos.¹¹⁷

Sobre como Darwin acreditava que a vida teria se originado, Oparin escreveu que o naturalista criticou a teoria da *archiobiose* de Bastian em uma carta que enviou à A. R. Wallace (1823-1913)¹¹⁸, não defendeu a geração espontânea e escreveu que para ele a vida poderia ter existido “em algum

¹¹⁵ Farley, 43.

¹¹⁶ Oparin, 16.

¹¹⁷ Oparin, 16.

¹¹⁸ Alfred Russel Wallace defendeu a ideia da distribuição geográfica das espécies, tinha visões semelhantes às de Darwin sobre a origem das espécies.

momento, de alguma forma, mas como isso aconteceu ainda era desconhecido”.¹¹⁹

Apesar de Oparin escrever que Darwin utilizou uma forma materialista para explicar sua teoria, este nunca se declarou materialista e não tentou desvendar como a vida se originou. Conforme Bowler, Darwin teria deixado a origem da vida de lado, para tratar apenas da questão: origem das espécies, comentando que o naturalista rejeitava “toda a bagagem materialista” que o tema carregava e dava espaço “para uma nova imagem de natureza”.¹²⁰

Oparin relata que era necessária a existência de condições ambientais favoráveis para o surgimento da matéria orgânica e a qual não seria possível nos tempos atuais. Esta foi uma transformação gradativa que levou muito tempo para se tornar matéria orgânica, e continuou se transformando com o passar do tempo, conforme um processo similar ao da seleção natural.

Com isso, acreditou ter eliminado de sua teoria a ideia de geração espontânea. A seleção natural, para ele, dava conta de explicar como a vida surgiu “gradativamente” no meio das transformações químicas influenciadas pelo ambiente.

2.3 A visão de Oparin sobre o vitalismo e idealismo

Como comentado anteriormente, no primeiro capítulo de seu livro, Oparin usa o materialismo dialético para contestar o vitalismo dos idealistas afirmando que a concepção materialista

¹¹⁹ Oparin, 45-6.

¹²⁰ Bowler, *Evolution*, 86.

Ensina que a vida, como todo o mundo, é de natureza material e que não há necessidade de apelar para nenhum princípio espiritual ou sobrenatural para explicá-la. A vida não é mais que uma forma particular de existência da matéria (...)¹²¹

Oparin continuou sua crítica ao idealismo, que para ele é a base de todas as religiões do mundo¹²², sobre como Deus criou o mundo e o ser humano. Ele afirmou que

A história da biologia é uma cadeia ininterrupta de vitórias científicas que provam que a vida é inteiramente cognoscível e de derrotas do idealismo. Contudo, durante muito tempo, houve um problema ao qual não se pudera dar solução materialista, constituindo, por essa razão, refúgio para toda sorte de especulações idealistas. Esse problema era o da origem da vida.¹²³

Ainda para Oparin

A história das religiões demonstra que essas fabulas ingênuas, sobre o súbito aparecimento de animais e vegetais com aspecto organizado e definitivo, baseiam-se em uma interpretação falsa e simplista, de observações superficiais sobre a natureza circundante.¹²⁴

Finalizou sua crítica escrevendo

Dessa maneira, o próprio “fato” da geração espontânea de seres vivos que proviriam, segundo os representantes das diversas

¹²¹ Oparin, 8.

¹²² Ibid.

¹²³ Ibid., 9.

¹²⁴ Ibid.

religiões, da animação da matéria inerte por um espírito criador, essa ideia sobre a qual todas as religiões baseiam suas teorias da origem da vida, resultou ser inexistente, fantástica, baseado em observações falsas e mal interpretadas.¹²⁵

Para ele seria inconcebível pensar que os seres vivos tivessem surgido ao mesmo tempo que a Terra, estes surgiram em tempos posteriores. Para explicar o surgimento posterior dos seres vivos ele utiliza a ideia da seleção natural, afirmando que

Graças ao desenvolvimento de seres vivos de constituição mais simples, os quais por sua vez, originaram-se de outros organismos ainda mais simples que viveram em épocas anteriores, e assim sucessivamente até os seres mais primitivos.¹²⁶

Para fundamentar sua afirmação utilizou o estudo de fósseis dos animais e das plantas que povoaram a Terra há muitos anos. Ele escreveu que os seres que viveram no passado não se assemelhavam aos atuais e que eram mais simples e menos diferenciados. Novamente, se apoia na teoria darwiniana para justificar suas ideias. Comentaremos detalhadamente, mais adiante, sobre a influência da teoria darwiniana nas ideias de Oparin.

Vale destacar que o ataque maior ao vitalismo foi feito em seu artigo de 1924, com o subtítulo “O mundo dos vivos e o mundo dos não vivos”. Ele comentou, nessa seção, a semelhança na composição dos seres vivos e dos não vivos, apresentando o carbono como elemento constituinte comum a ambos.

¹²⁵ Oparin, 14.

¹²⁶ Ibid.

Para ele, o corpo dos animais, plantas e microrganismos possuem uma composição orgânica muito complexa.¹²⁷

Oparin acreditava que a vida se originava a partir de uma simples reação química, e não de qualquer coisa misteriosa, como só poderia ser realizada por uma "força vital".¹²⁸ Afirmou que o carbono se encontra no mundo mineral, não apenas em seu estado puro, mas também, em combinações com outros elementos. Uma das propriedades mais valiosas do carbono é a sua tendência em formar os compostos mais variados com outros elementos.¹²⁹

Ao estudar a composição orgânica Oparin escreveu que

Assim vemos que todos os elementos que participam em compostos orgânicos também são encontrados em abundância no mundo mineral. Isto só dá razão para duvidar da existência de qualquer diferença essencial entre o mundo dos vivos e dos não vivos.¹³⁰

Oparin continuou a escrever sobre o mundo mineral e os compostos orgânicos, demonstrando suas semelhanças, porém visou a possibilidade de repetir a combinação desses elementos de modo artificial, isto é, em laboratório. Apontou que químicos do passado não viam a possibilidade de obter corpos orgânicos simples, porque essa substância só poderia ser formada dentro do organismo vivo pela ação de uma força vital.¹³¹

Para contestar essa ideia, Oparin escreveu que Friedrich Whöler, em 1828, colocou em cheque essa concepção, pois conseguiu preparar

¹²⁷ Oparin, 206-7.

¹²⁸ Oparin, 29.

¹²⁹ Oparin, 207.

¹³⁰ Ibid.

¹³¹ Ibid., 207-8.

artificialmente uma substância orgânica – a ureia – sem usar nenhuma “força vital. Com isso, ele comentou que os rápidos progressos dos estudos dos compostos orgânicos, estariam mostrando que a suposta diferença fundamental entre as substâncias inorgânicas e os organismos seria falsa.¹³²

A famosa síntese da ureia ocorreu quando Whöler tentava sintetizar uma substância inorgânica, o cianeto de amônio, a partir de duas outras substâncias inorgânicas: o cianeto de potássio e o sulfato de amônio. Quando aqueceu os dois sais juntos, percebeu algo diferente, não havia formado o cianeto de amônio, que era o esperado. Acidentalmente, o químico sintetizou a ureia, substância presente na urina de mamíferos. Ele havia produzido uma substância orgânica a partir de substâncias inorgânicas, sem a atuação de uma “força vital”.¹³³

Com esse acontecimento, os estudiosos contemporâneos a Whöler, ficaram inclinados a acreditar que as leis da química orgânica eram semelhantes às da química inorgânica, causando modificações na análise das substâncias orgânicas, atribuindo-lhes procedimentos iguais aos adotados para a análise dos compostos inorgânicos.¹³⁴

A teoria da “força vital”, que foi defendida por alguns químicos, como Berzelius, pregava que os organismos vivos eram capazes de sintetizar matéria orgânica, tais como, gordura, sangue, ureia entre outras, devido uma força misteriosa existente em seu interior. Com o experimento de Whöler essa teoria começa a perder força, para alguns estudiosos.¹³⁵

¹³² Oparin., 208.

¹³³ Vidal, & Porto, “Algumas contribuições do episódio”, 15.

¹³⁴ Ibid., 16.

¹³⁵ Ibid.

Oparin apresenta o experimento de Whöler como uma contribuição incontestável para “derrubar” a teoria da “força vital”, porém, mais uma vez o cientista soviético parece não considerar as discussões em torno a essa teoria.

Por mais que os estudos de Whöler tivessem sido de grande contribuição para a ciência, nem todos estavam concordando com ele, pois Pasteur, por exemplo, acreditava que “o “orgânico” estava ligado à vida” sendo assim, não compactuava com a ideia de reproduzir matéria orgânica em laboratório.¹³⁶

De fato, a ideia de força vital não foi refutada e eliminada facilmente por um único experimento, como proposto por Oparin, pois, ela não estava relacionada apenas a uma série de fenômenos obtidos quimicamente, visto que também estava relacionada à complexidade da vida.¹³⁷

2.4 A teoria da origem da vida proposta por Oparin

Nas primeiras décadas do século XX foram feitas muitas tentativas de explicar o aparecimento da vida no planeta. Em 1908, Arrhenius apresentou a panspermia; Troland apresentou, em 1914, a hipótese de uma enzima primordial formada por eventos casuais no início dos oceanos; em 1924, Harvey sugeriu que os primeiros seres vivos eram heterotróficos e teriam surgido num ambiente de alta temperatura; Herrera propôs em 1928, a teoria da origem dos autótrofos.¹³⁸ Oparin começa sua trajetória de publicações sobre o assunto em 1924 seguido de várias publicações, como o livro de 1938, considerado por seus

¹³⁶ Rodrigues. “Louis Pasteur da química à microbiologia”, 35.

¹³⁷ Waisse-Priven, *d & D: Duplo dilema*, 110.

¹³⁸ Miller, Schopf, Lazcano, 352.

defensores externalistas, “como provavelmente a melhor publicação sobre o tema”.¹³⁹

Desde sua primeira publicação, Oparin aceitava, como muitos de seus contemporâneos, a ideia de um protoplasma primordial, entretanto propôs que a vida só poderia ter surgido por um longo período de transformações químicas que resultaram em compostos orgânicos.¹⁴⁰

A pergunta de Oparin era: “Como surgiram as substâncias orgânicas de em nosso planeta?”¹⁴¹ Ele escreveu, que no fim do século XIX e início do XX, uma grande parte dos cientistas afirmava que as substâncias orgânicas não podiam ser sintetizadas em condições naturais, mas apenas por um processo biológico, ou seja, somente por meio de outros organismos. Oparin acreditava que essa opinião dificultou a solução do problema da origem da vida.¹⁴²

Oparin defendia que para entender a origem da vida, seria necessário, compreender como as substâncias orgânicas se formaram. Para isso seria importante olhar para o planeta e para fora dele, visto que, segundo ele, já se sabia que muitos corpos do universo estelar produzem substâncias orgânicas abiogeneticamente, isto é, sem precisar de outro organismo.¹⁴³

Após a análise de seu livro, verificamos que durante sua pesquisa e reflexão sobre o assunto, Oparin buscou respostas não apenas na química e bioquímica, mas também, na geologia. Tinha que entender como a Terra e os outros astros do universo funcionavam e, principalmente do que eram formados,

¹³⁹ Farley, 171.

¹⁴⁰ Lazcano, 9-10.

¹⁴¹ Oparin, 22.

¹⁴² Oparin, 7-8.

¹⁴³ Ibid., 23.

para então começar a elaborar sua teoria. Provavelmente, passou a pesquisar outros campos do saber, o que chamamos atualmente de área do conhecimento, como por exemplo a geologia, pois poderia não ter o conhecimento necessário para explicar como a vida teria surgido na Terra primitiva.

O argumento principal da teoria proposta por Oparin estava em reconhecer a origem da vida como o resultado de transformações prolongadas de compostos de carbono que levariam ao aparecimento da matéria orgânica, incluído os polímeros. Conforme Oparin, a seleção natural teria promovido a variedade de vida.¹⁴⁴

Oparin afirmou que as primeiras formas de vida eram de origem heterotrófica, como comentado anteriormente, e que só poderiam ser anaeróbias devido a atmosfera terrestre primitiva não ter oxigênio em sua composição. Além disso, atribuiu aos processos da seleção natural a origem a uma linhagem de autótrofos.¹⁴⁵

Essa foi a base para a reflexão e explicação da teoria de Oparin. Ele propôs que a atmosfera terrestre devia ter sido diferente da atmosfera de hoje. Que provavelmente não teria oxigênio, mas teria hidrogênio e outros compostos redutores, como o metano e amônia.¹⁴⁶ Para Oparin o oxigênio presente na Terra primitiva estaria incorporado ao hidrogênio compondo a molécula da água.¹⁴⁷

Oparin distinguiu as substâncias orgânicas das substâncias inorgânicas, considerando que as primeiras têm em sua composição o carbono como elemento fundamental. Daí indicava, que para se ter certeza de que a substância

¹⁴⁴ Glandilin. "A. I. Oparin: Life in Science", 43.

¹⁴⁵ Ibid.

¹⁴⁶ Orgel E. *As origens da vida*, 16.

¹⁴⁷ Oparin, 32.

é orgânica, bastaria esquentá-la a uma temperatura elevada e ela entraria em combustão na presença de ar. Já as substâncias inorgânicas nunca se carbonizam por mais que fossem expostas à elevadas temperaturas.¹⁴⁸

Segundo ele, as substâncias orgânicas são combinações de elementos extremamente diversos, como o hidrogênio, o oxigênio, o nitrogênio entre outros, mas todas elas possuem o carbono em sua composição e sem essas substâncias não existe vida. A partir delas os químicos criam e sintetizam facilmente compostos orgânicos.¹⁴⁹

Oparin afirmou que atualmente em nosso planeta só seria possível observar a formação natural de substâncias orgânicas quase que exclusivamente nos organismos vivos, devido ao atual período da Terra. Para que pudéssemos verificar esse feito com frequência, precisaríamos estar em condições ambientais diferentes das atuais ou desenvolvê-las em laboratório.¹⁵⁰

Segundo Oparin as pesquisas geológicas, demonstraram que os minérios de ferro natural, descobertos nas ilhas basálticas da Groelândia Ocidental, apresentam o carbono, como carbeto de ferro, em sua composição, esse tipo de material, acreditava-se que só tinha origem meteórica. Porém, esses estudos demonstraram sua origem terrestre. Essas pesquisas, segundo Oparin, revelaram

Que em nossa época, se forma, em condições naturais, na superfície da Terra, nos lugares que afloram cohenita¹⁵¹, uma

¹⁴⁸ Oparin, 21.

¹⁴⁹ Ibid., 24.

¹⁵⁰ Ibid., 44.

¹⁵¹ Cohenita é o carbeto de ferro (ou como está no dicionário de mineralogia, carboneto de ferro) com níquel e cobalto – $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co})_3\text{C}$; descoberto no meteorito Magura-Arva. O nome foi dado em homenagem ao professor de Mineralogia Emil Cohen. Pode ser chamada em sua forma sintética de cementita. In Pércio de Moraes Branco. *Dicionário de Mineralogia e Gemologia*.

certa quantidade de substâncias orgânicas se origina por vias inorgânicas, mediante reação entre os carbetos e a água.¹⁵²

O bioquímico escreveu que

Derramados ou lançados pelas erupções na superfície da Terra, os carbetos de ferro obrigatoriamente entraram em reações com a água e o vapor d'água tão abundante na atmosfera terrestre primitiva. Como demonstrou o grande químico russo D. Mendeléiev, essa reação leva à formação de hidrocarbonetos.¹⁵³

Mendeléiev tentou explicar desse modo a origem do petróleo, porém sua teoria foi refutada pelos geólogos que demonstraram que o petróleo se originou da decomposição de organismos, “embora a formação de hidrocarbonetos pela reação entre carbetos e a água possa ser facilmente reproduzida em laboratório, por qualquer químico”.¹⁵⁴

2.5 O oceano primitivo

Para estruturar sua ideia sobre como a matéria orgânica surgiu e o aparecimento da vida na Terra, Oparin afirmou que a complexidade e a diversidade das substâncias produzidas pelos organismos vivos são condicionadas a diversos tipos de combinações químicas. Tais reações ocorrem graças à participação direta dos elementos da água. Segundo ele, esses elementos poderiam juntar-se aos átomos de carbono da molécula orgânica ou separá-lo. A interação da água com as substâncias orgânicas seriam a base de todo processo vital.¹⁵⁵

¹⁵² Oparin, 34.

¹⁵³ Ibid., 28.

¹⁵⁴ Ibid.

¹⁵⁵ Ibid., 45.

Oparin utilizou o metabolismo que ocorre nos corpos vivos para explicar as transformações químicas, que segundo ele, aconteceram no oceano primitivo sob condições específicas, para que a vida pudesse surgir, ou seja, a sopa primordial ou primitiva, ideia defendida por muitos de seus contemporâneos, inclusive por Haldane.¹⁵⁶

Essa ideia de “sopa” foi proposta no século XIX por Haeckel, que afirmou que a vida se originou devido a uma auto-organização da matéria morta motivada por ciclos bioquímicos, gerando substâncias orgânicas presentes no lodo do oceano primitivo, que resultaram na formação dos coloides (aglomeração de moléculas proteicas), que segundo Oparin, constituíram o coacervado.¹⁵⁷

Haeckel assumiu que o oceano primitivo serviu como um recipiente contendo lodo da terra prebiótica, o que permitiu a evolução química da matéria não viva (presente nesse lodo) no surgimento espontâneo da vida, chamou isso de teoria da sopa primitiva.¹⁵⁸

Oparin concordou que a vida pudesse ter surgido da interação de substâncias dissolvidas nas águas do oceano primitivo proposta por Haeckel. Porém considerava as ideias do alemão sobre a origem da vida insatisfatórias, principalmente porque este acreditava que a vida teria surgido espontaneamente, como vimos no primeiro capítulo.¹⁵⁹

Segundo Oparin, as águas do oceano primitivo eram soluções de substâncias elementares reagindo sucessivamente sem ordem e de maneira

¹⁵⁶ Fry, “The origins of research”, 25.

¹⁵⁷ Oparin, 60. Oparin escreveu que a mistura de diversos coloides e os compostos albuminoides primitivos teria formado gotas de coacervados nas águas da Terra, porém em muitos momentos em seu livro, escreveu sobre o coloide individual como se fosse sinônimo de coacervado.

¹⁵⁸ Yookey, 114.

¹⁵⁹ Oparin, 46.

caótica. Essas reações poderiam fornecer grandes números de produtos variáveis. As combinações orgânicas presentes nessas águas seriam semelhantes às encontradas atualmente nos organismos animais e vegetais.¹⁶⁰

Oparin escreveu que

Em consequência das reações dos hidrocarbonetos e seus derivados oxigenados simples como o amoníaco, formaram-se compostos cujas moléculas possuíam átomos de carbono, de hidrogênio, de oxigênio e de nitrogênio, em diversas combinações. Surgiram assim os diversos sais de amônio^[161], as amidas, as aminas etc.¹⁶²

Nas águas do oceano primitivo, segundo Oparin, era possível encontrar compostos de carbono que ele encara como sendo as primeiras substâncias orgânicas, formadas muito antes dos primeiros seres vivos. Oparin afirmou que

Na época em que a Terra se formou, já havia na sua superfície e em sua atmosfera úmida, assim como nas águas do oceano primitivo, hidrocarbonetos e seus derivados oxigenados e nitrogenados. E se, outrora, esta etapa de evolução da matéria^[163] antes do aparecimento da vida parecia sobretudo misteriosa, a formação das substâncias orgânicas elementares não suscita mais atualmente nenhuma dúvida a maioria dos biólogos.¹⁶⁴

Com base nessas informações, Oparin deu maior atenção à formação das substâncias proteicas, considerando este o principal caminho para o aparecimento da vida, pois essas substâncias orgânicas, segundo ele,

¹⁶⁰ Oparin, 48.

¹⁶¹ De ocorrência natural presente em organismos vivos.

¹⁶² Oparin, 40.

¹⁶³ Oparin utiliza o termo evolução da matéria, pois o materialismo dialético prega que devido a matéria nunca estar em repouso, mas sim em constante movimento, ela se desenvolve, evolui e eleva-se a níveis cada vez mais altos adquirindo formas e movimentos cada vez mais complexos. In Oparin, 18.

¹⁶⁴ Ibid.

desempenham papel essencial na estrutura da matéria viva, como o protoplasma.¹⁶⁵

Para Oparin, a formação das proteínas foi fundamental para uma etapa importante, daquilo que o materialismo dialético chama de evolução da matéria, que resultou no surgimento dos seres vivos. Segundo ele, essa substância participa não apenas da construção do protoplasma, mas também participou de modo ativo e direto do metabolismo e de outros fenômenos vitais.¹⁶⁶

Para melhor compreensão do que seria essa evolução da matéria, podemos dizer que seria a quantidade de reações químicas que uma determinada substância sofre resultando em transformações diversas, aumentando sua complexidade e modificando-a progressivamente, esse movimento resultaria num salto qualitativo dando origem a vida. Neste caso específico trata-se no desenvolvimento da matéria inorgânica em orgânica e o aparecimento da vida na concepção de Engels.¹⁶⁷

Oparin vai da origem das proteínas à sua importância nas atividades vitais do organismo vivo e, sobre as sínteses de substâncias no organismo vivo, ele escreveu que

Nos organismos vivos, em condições naturais, a síntese de substâncias orgânicas produz-se de modo inteiramente diverso. Não existe nesse caso nem processos violentos, nem altas temperaturas; a reação do meio é quase sempre neutra e, apesar disso, forma-se grande número de combinações muito variadas e às vezes, extremamente complexas.¹⁶⁸

¹⁶⁵ Oparin, 32.

¹⁶⁶ Ibid., 48.

¹⁶⁷ Engels, 35.

¹⁶⁸ Ibid., 40.

2.6 A importância das proteínas no aparecimento da vida

Oparin usa as ideias de Engels, para descrever a importância da albumina, isto é, um tipo fundamental de proteína presente nos seres vivos. Segundo Oparin e Engels, onde quer que existisse vida, esta estaria ligada a um corpo albuminoide, e onde quer que esteja um albuminoide que não esteja se decompondo, encontraremos fenômenos vitais. Oparin fez uma analogia entre as partes que constituem a proteína, os aminoácidos, e tijolos utilizados em construções. Segundo ele

Todos os progressos obtidos atualmente na química das proteínas, devemos destacar, antes de mais nada, que hoje em dia, conhecemos bem as partes constitutivas, os 'tijolos' que constituem as moléculas de qualquer proteína. Esses 'tijolos' são os aminoácidos, substâncias bem conhecidas pelos químicos.¹⁶⁹

Explica a formação das proteínas a partir do arranjo de aminoácidos e que essas cadeias são bastante grandes e na maioria dos casos, enrolam-se para formar um complicado novelo cuja estrutura, apesar de tudo, é nitidamente determinada. “Este novelo é que constitui, na realidade, a molécula de proteína”.¹⁷⁰

Como sabemos, existe uma grande quantidade de proteínas, umas mais complexas do que outras e que podem diferir em funções. Por conta dessa grande variedade, algumas delas, segundo Oparin, poderiam ser sintetizadas em laboratório.¹⁷¹

¹⁶⁹ Oparin, 45.

¹⁷⁰ Ibid.

¹⁷¹ Ibid., 46.

Segundo Oparin, as “proteínas iniciais”, que surgiram nas grandes profundidades do mar primitivo, não eram idênticas às de hoje, mas eram semelhantes. Ele continuou comentando que em suas moléculas, os ácidos aminados estavam ligados entre si pelos mesmos laços que nas proteínas atuais, porém a disposição desses ácidos era mais desordenada.¹⁷² Oparin concluiu que

As substâncias orgânicas encontravam-se simplesmente dissolvidas nas águas do oceano; suas partículas, as moléculas, estavam desordenadamente dispersas nas águas. Faltava-lhes ainda a estrutura, a organização própria de todo ser vivo.¹⁷³

As soluções de substâncias orgânicas, demonstra que nelas “as diversas partículas estão distribuídas de modo mais ou menos regular por todo o solvente e que se encontram em constante e desordenado movimento”. Oparin, comentou que a substância que estava estudando, encontrava-se desse mesmo modo, porém “indissoluvelmente fundida como o meio que a cerca e não tem nenhuma estrutura baseada em uma disposição determinada de suas partículas”.¹⁷⁴ Ele conclui que

É impossível conceber um organismo desprovido de uma estrutura determinada e inteiramente dissolvido no meio que o cerca. Eis porque, entre as substâncias orgânicas e os seres vivos, devem ter surgido certas estruturas individuais, sistemas isolados no meio ambiente e possuindo certa disposição interior em suas partículas materiais.¹⁷⁵

¹⁷² Oparin, 49.

¹⁷³ Ibid.

¹⁷⁴ Ibid., 56.

¹⁷⁵ Ibid.

2.7 Coacervados

Oparin explicou que a origem das primeiras formas coloidais, ocorreram num primeiro momento em que moléculas mais complexas e de maior peso molecular resultaram em “coloides que se distinguiram por sua relativa instabilidade”.¹⁷⁶

Segundo ele, sobre a influência de diversos fatores, essas partículas combinaram-se entre si e formaram aglomerações ou agregações. Oparin concluiu que, geralmente a “agregação é tão intensa que a substância coloidal se precipita, ocorrendo a coagulação” e mesmo quando isso não acontece, ocorre uma alteração profunda na distribuição uniforme das substâncias no coloide.¹⁷⁷

Oparin relatou que ao examinar a mistura entre duas substâncias orgânicas de diferentes e elevado peso molecular em um microscópio, foi possível verificar que essa mistura se turva e formam gotículas, isoladas do meio ambiente por uma nítida demarcação.¹⁷⁸ O mesmo acontecerá quando se mistura proteínas diferentes, essas gotículas são chamadas de coacervados.¹⁷⁹ Sobre os coacervados Oparin escreveu que

A análise química das gotículas de coacervado e do líquido que as cercam permite verificar que toda a substância coloidal (por exemplo, no caso citado, a gelatina e a goma arábica) concentrou-se nas gotículas de coacervados e que quase não restam moléculas dessas substâncias no solvente. A água é

¹⁷⁶ Oparin, 56.

¹⁷⁷ Ibid.

¹⁷⁸ Oparin, 57.

¹⁷⁹ O químico holandês Bungenberg de Jong foi o primeiro a descrever a estrutura de um coacervado, no início da década de 1930, após investigá-lo em laboratório. In J. D. Berna, “The origin of life”, 126.

quase pura, enquanto que no interior das gotículas do coacervado, as substâncias são concentradas.¹⁸⁰

Oparin comparou o coacervado ao protoplasma presente no ser vivo, afirmando que ambos não se misturam à solução aquosa em que estão inseridos. Citou o exemplo de que

Se rompermos a membrana de uma célula vegetal e espremermos seu protoplasma na água, veremos que, apesar de sua consistência líquida, ele não se mistura com a água circundante, mas nela flutua formando glóbulos nitidamente destacados e delimitados em relação à solução circundante.¹⁸¹

Oparin apontou semelhanças entre o coacervado e o protoplasma, porém deixou claro que o primeiro é incomparavelmente mais simples que o segundo e ambos são elementos de extrema importância para a vida.

A mistura de diversos coloides e os compostos albuminoides primitivos, segundo Oparin, teriam formado as gotas de coacervado nas águas primitivas da Terra. Para ele, essa é uma etapa importante da evolução da substância orgânica inicial, no processo que leva à origem da vida.

Oparin explicou sobre a formação dos coacervados utilizando os experimentos realizados por alguns cientistas, como por exemplo de Bungenberg de Jong e de Kruyt, no laboratório de Bioquímica das plantas da Universidade de Moscou. Ele descreveu o experimento

Temos duas soluções de substâncias orgânicas de elevado peso molecular, por exemplo, uma solução aquosa de gelatina e outra, análoga, de goma arábica. As duas são transparentes e homogêneas. Nelas a substância orgânica está estreitamente unida ao meio circundante. Misturemos agora as duas soluções; veremos imediatamente que a mistura se turva. Examinando-a

¹⁸⁰ Oparin, 57.

¹⁸¹ Ibid., 58.

ao microscópio, veremos destacarem-se gotículas, isoladas do meio ambiente por uma nítida demarcação.¹⁸²

Comparou esse processo com o de formação dos coacervados

O mesmo fenômeno se obtém pela mistura de soluções de outras substâncias de peso molecular elevado e, com facilidade particular, quanto se misturam proteínas diferentes. As moléculas se aglomeram então em certos pontos do espaço. As gotículas destacadas dessa maneira chamam-se coacervados.¹⁸³

As pesquisas de Bungenberg de Jong e de Kruyt demonstram

Que a análise química das gotículas de coacervado e do líquido que as cercam permite verificar que toda substância coloidal se concentrou nas gotículas de coacervado e que quase não restam moléculas dessa substância solvente. A água é quase pura, enquanto que, no interior das gotículas de coacervado, as substâncias estão concentrada a tal ponto que seria mais justo falar de água em gelatina ou goma arábica do que ao contrário.¹⁸⁴

Oparin afirmou que pela formação dos coacervados, a matéria orgânica adquire certa estrutura e que cada gota dessa substância que se formou, adquiriu certa individualidade. Segundo ele, essa separação foi um fator decisivo para a origem e desenvolvimento da vida sobre a Terra. No entanto conclui, que ainda não se pode reconhecer a gota de coacervado como viva.¹⁸⁵ Oparin escreveu que

Para poder seguir o curso da evolução e o processo da origem da vida, precisamos conhecer, ao menos em traços gerais, os

¹⁸² Oparin, 57.

¹⁸³ Ibid.

¹⁸⁴ Ibid.

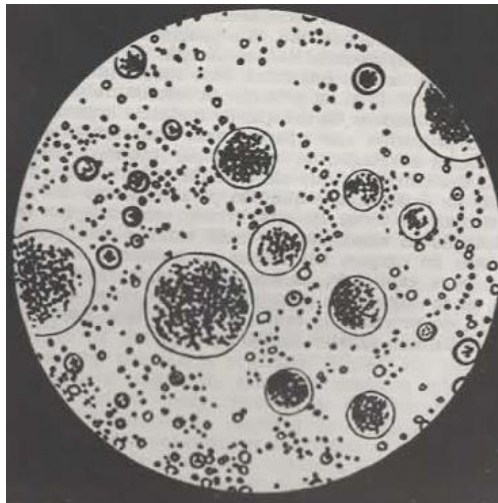
¹⁸⁵ Ibid.60-1.

princípios fundamentais da organização do protoplasma, substrato material dos seres vivos.¹⁸⁶

2.8 A origem da vida de Oparin à luz da teoria da seleção natural.

Oparin, para fundamentar sua teoria, se baseou claramente na seleção natural de Charles Darwin. Para que a vida pudesse surgir, a matéria orgânica teve, por milhões de anos que passar pelo processo de transformação chegando aos coacervado.

No decorrer de milhões de anos, a estrutura das gotas de coacervados variava e se aperfeiçoava. As gotas de estruturas mais simples desprendiam-se, as mais perfeitas cresciam e se multiplicavam, dividindo-se. Finalmente, nasceram em consequência disso os seres vivos elementares.¹⁸⁷

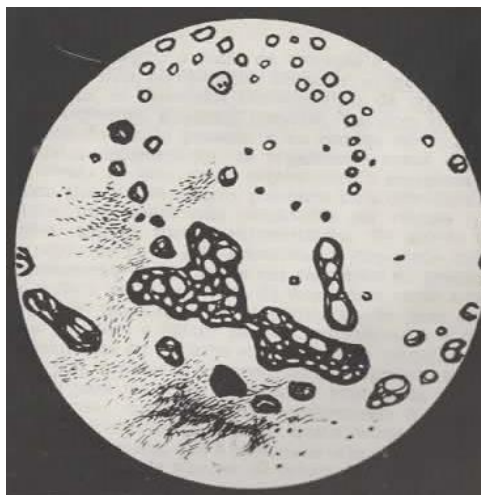


(Gotas de coacervados obtidas artificialmente microfotografadas)¹⁸⁸

¹⁸⁶ Oparin, 65.

¹⁸⁷ Ibid., 63.

¹⁸⁸ Ibid., 62.



(Coacervado complexo)¹⁸⁹

Segundo Oparin, os coacervados apresentavam estruturas muito primitivas e instáveis ao extremo. No entanto, possuíam capacidade de absorver diversas substâncias suspensas no meio em que estavam inseridos. Essas partículas absorvidas pela gota de coacervado entraram em reação química com a própria substância do coacervado. Com isso, essa gota poderia aumentar de volume crescendo a partir da absorção do meio circundante.¹⁹⁰

Oparin não concordou com a possibilidade da vida surgir espontaneamente e muito menos em uma força vital. Por isso, tinha que apresentar uma teoria que estivesse livre dessas ideias. Para poder explicar como a matéria inorgânica se tornava orgânica para, então a vida surgir, precisou se basear na teoria darwiniana, que como comentado anteriormente, para ele era uma forma materialista de pensar.

Faremos neste momento a apresentação de trechos em que Oparin deixa clara sua posição a favor da teoria da seleção natural, porém vale ressaltar que

¹⁸⁹ Oparin, 63.

¹⁹⁰ Ibid., 62-3

por ser materialista, sua leitura à referida teoria sofre grande influência do materialismo dialético de Engels. Visto que ele difundiu a ideia da “evolução da matéria”, essa é baseada no materialismo dialético, como comentado anteriormente.

Outro fator relevante é que Oparin utilizou o termo “luta pela existência” apenas em seu artigo de 1924, evitando-o em seus livros. Ele escrevia que uns conseguiam vencer os fatores limitantes outros não. Graham escreveu que na União Soviética: “quase todos rejeitavam a frase de Darwin: A luta pela existência”.¹⁹¹ Essa metáfora escrita por Darwin em “Origem das espécies”, que tem como objetivo explicar o que ocorre na natureza, tendo como foco o fenômeno “natural” do aprimoramento e o surgimento de novas formas orgânicas em suas relações.¹⁹²

A crítica surgiu entre os intelectuais soviéticos do século XIX que perceberam uma tendência malthusiana na teoria da evolução de Darwin através de seleção natural. Eles identificaram como preconceituoso o conceito de Darwin da “luta pela existência” e sua ênfase sobre o papel evolutivo da superpopulação e os conflitos intraespecíficos.¹⁹³

Então, mesmo Engels tendo criticado essa visão de grande parte dos intelectuais soviéticos sobre o termo “luta pela existência”,¹⁹⁴ Oparin não o utilizou em seus livros. Acreditamos que talvez ele tenha evitado conflitos desnecessários, pois utilizar ou não esse termo não alteraria suas ideias.

¹⁹¹ Oparin, 63.

¹⁹² Regner. “A teoria darwiniana”, 53.

¹⁹³ Todes. “Darwin without Malthus”.

¹⁹⁴ Engels declarou que a teoria darwiniana poderia ser compreendida independentemente de Malthus e criticava os intelectuais soviéticos que faziam relação entre a luta pela sobrevivência na natureza e a luta pela subsistência dos operários das fábricas. in F. Engels. *A dialética da natureza*, 162-3.

Oparin apresentou suas ideias com base na seleção natural em vários momentos, porém algumas partes estão mais explícitas, como por exemplo, quando escreveu que as proteínas evoluíram e deram origem aos coacervados que apesar de não possuírem vida, eles teriam sido capazes de gerar as primeiras formas de vida em certas condições ambientais.¹⁹⁵

No registro feito por Oparin, é notório a fusão que ele faz da visão materialista com darwinista, pois afirmou que enquanto a substância orgânica estava dissolvida nas águas dos mares e dos oceanos primitivo era possível analisar sua evolução¹⁹⁶. Essa ideia de evolução da matéria é materialista e não darwinista.

Oparin comentou que quando os compostos albuminoides primitivos alcançaram a individualidade e se tornaram um coacervado seu desenvolvimento era diferente do de outro coacervado. Sua sorte ou destino, como escreveu Oparin, era determinada pelas “condições do meio exterior e por sua estrutura interna que, em seus detalhes, era-lhe inteiramente particular”.¹⁹⁷ Percebemos que Oparin escreveu à luz da seleção natural, porém poderia ter utilizado o termo “luta pela existência”, no entanto, por motivo anteriormente esclarecido, utilizou apenas a palavra “sorte”.

Segundo Oparin, as condições diversas a que essas gotas eram expostas nas profundezas do oceano primitivo, tais como, temperatura, concentração das substâncias orgânicas e dos sais, acidez do meio etc, além de sua organização

¹⁹⁵ Oparin, 79.

¹⁹⁶ Ibid., 83.

¹⁹⁷ Ibid.

química, “poderia ser lhe útil ou prejudicial, de ação positiva ou negativa” para a existência dessa gota coloidal e influenciar significativamente sua formação.¹⁹⁸

Oparin declarou que

Só puderam subsistir por mais tempo as gotas que possuíam certa estabilidade dinâmica e nas quais a velocidade dos processos sintéticos predominava sobre os processos de decomposição ou, pelo menos, se equilibravam. Pelo contrário, as gotas, em que as transformações químicas eram, nas condições exteriores dadas, principalmente orientadas no sentido da desagregação estavam, por isso mesmo, condenadas a desaparecer mais ou menos rapidamente.¹⁹⁹

Vemos mais uma vez Oparin explicando suas ideias com base na teoria darwiniana, em que o sucesso ou o insucesso das gotas coloidais poderia resultar ou não nas primeiras formas de vida. Os fatores limitantes impostos pelo ambiente teriam total influência no desenvolvimento dessas gotas. Conclui afirmando que só poderiam crescer e se desenvolver as formações que tivessem introduzido modificações essenciais que aceleravam as reações químicas seguindo uma organização e ordem determinadas.²⁰⁰

Para Oparin as transformações químicas sofridas pela matéria orgânica, que passavam por diversos fatores limitantes, foram responsáveis pelo aparecimento da vida. Ele afirma que

Criou-se, assim, a concorrência mútua dos fenômenos, a adaptação da estrutura interna às funções vitais a cumprir nas condições concretas de existência, adaptação que em tão alto grau caracteriza a organização de todos os seres vivos. Em

¹⁹⁸ Oparin,

¹⁹⁹ Ibid., 83.

²⁰⁰ Ibid.

última instância, esse processo conduziu ao aparecimento de uma forma qualitativa da existência da matéria. Deu-se, assim, o salto dialético que marcou o surgimento sobre a Terra dos primeiros seres vivos.²⁰¹

Como escrevemos anteriormente, a descrição feita por Oparin é a concepção materialista da origem da vida, a qual por meio de transformações quantitativas da matéria, o que poderia resultar em evolução, portanto em um certo momento teríamos o salto qualitativo, o que promoveria o surgimento da vida.

Oparin registrou que os primeiros organismos primitivos apresentavam uma estrutura muito mais perfeita que a das gotas de coacervados, porém mais simples que as dos seres vivos atualmente conhecidos. Segundo ele, esses organismos eram desprovidos de estrutura celular, que só apareceram em uma etapa muito mais adiantada no desenvolvimento da vida.²⁰²

Finalizou dizendo que com o passar de anos, séculos e milênios esses organismos aperfeiçoavam-se cada vez mais e se adaptavam às condições de existência que em que se desenvolvia a vida. Considerou que com o passar desse tempo, os seres vivos eram cada vez melhor organizados. Num primeiro momento esses seres vivos só se alimentavam de substâncias orgânicas, que com o tempo se tornava escassa.²⁰³

Para explicar como esses seres vivos sobreviveram a essa dificuldade e como os seres fotossintetizantes surgiram, ele, mais uma vez, se apoia na teoria darwinista e escreveu

²⁰¹ Oparin, 86.

²⁰² Ibid.

²⁰³ Ibid., 87.

Com o tempo diminuía a quantidade dessas substâncias orgânicas e os organismos primitivos deviam, ou perecer ou alcançar por si mesmo, no curso de seu desenvolvimento, um processo qualquer de elaboração das substâncias orgânicas, a partir de materiais de natureza mineral: do anidrido carbônico e da água. Certos seres vivos conseguiram isso, efetivamente. No decorrer do desenvolvimento posterior, puderam desenvolver a propriedade de absorver a energia dos raios solares e decompor assim, à sua custa, o anidrido carbônico, elaborando, a partir do carbono, substâncias orgânicas. Surgiram desse modo as plantas inferiores, as algas azuis, cujos restos podem ser encontrados nos sedimentos mais antigos da crosta terrestre.²⁰⁴

Os seres vivos que continuaram a se alimentar da substância orgânica, passaram a se alimentar das algas azuis, assim surgiu sob seu aspecto mais primitivo, o mundo animal, que eram seres unicelulares, tais como as algas. A evolução continuou permitindo o aparecimento dos seres pluricelulares. Os organismos se diversificaram e se tornaram cada vez mais complexos, passando pelas várias eras geológicas, até chegar aos seres vivos atuais.²⁰⁵

Sendo assim, as gotas de coacervados que eram estruturas muito simples se tornaram com o passar dos anos, após modificações e aperfeiçoamentos importantes em suas estruturas, seres vivos, que Oparin disse serem os antepassados de tudo o que vive na Terra.²⁰⁶

Podemos concluir, que Oparin se baseou na teoria darwiniana e no materialismo dialético, para explicar a origem das primeiras formas de vida e seu desenvolvimento até os dias de hoje. Para ele a vida surge num arranjo

²⁰⁴ Oparin, 87.

²⁰⁵ Ibid.

²⁰⁶ Ibid.,101.

complexo de substâncias químicas orgânicas, que por meio de uma organização estrutural resulta no aparecimento da vida.

2.9 Atmosfera redutora de Oparin

Orgel comentou em seu livro de 1985, que ainda não havia sido possível obter aminoácidos de uma atmosfera que contivesse oxigênio (O_2), ou de uma mistura de dióxido de carbono, nitrogênio e água. No entanto, esse resultado negativo fortaleceu as hipóteses de Oparin, que afirmou que a vida se originou em uma atmosfera primitiva e redutora.²⁰⁷

Existem atualmente trabalhos na área da prebiótica que afirmam que a atmosfera primitiva não era redutora, contendo CH_4 , NH_3 , H_2 , como proposto por Oparin, mas sim oxidante, contendo CO_2 , N_2 , H_2 , porém existem trabalhos que verificam a possibilidade de sua teoria.²⁰⁸

Oparin nunca testou sua teoria, afirmou por várias vezes que seria possível constituir matéria orgânica em laboratório, porém nem tentou. Alguns autores justificam afirmando que talvez Oparin tenha preferido lidar com ideias e conceitos, ao invés de realizar experimentos para testá-los.²⁰⁹ Verificamos que as ideias de Oparin foram fundamentadas nos resultados de experimentos e pesquisas que eram realizados por seus contemporâneos, muitos deles soviéticos.²¹⁰

²⁰⁷ A atmosfera redutora, segundo Orgel, é aquela que contém em sua composição maior concentração de hidrogênio. As moléculas totalmente reduzidas são o metano (CH_4), a amônia (NH_3) e o gás sulfídrico (H_2S). A atmosfera mais simples é a que contém hidrogênio. Atualmente a atmosfera terrestre é oxidante, por conter oxigênio. Vide: Leslie Orgel E. *As origens da vida*, 16.

²⁰⁸ Cassia T. B. V. Zaia & Dimas Zaia. "Algumas controvérsias sobre a origem da vida", 1600.

²⁰⁹ Miller, Stanley L., Schopf, J. William & Lazcano, Antonio. "Oparin's Origin of life", 1.

²¹⁰ Oparin, *Origin of life*, 253-264.

Stanley Miller (1930-2007), sob a supervisão de seu professor Harold Urey (1893-1981), em laboratório no ano de 1953, testaram a hipótese proposta por Oparin. Esse experimento ficou conhecido como “experimento de Urey-Miller”, o qual teria confirmado a teoria de Oparin.

Oparin afirmou que na constituição de todos os seres vivos existe, sobretudo, substâncias orgânicas, matéria fundamental para a constituição dos seres vivos. Ele considerou que sem elas, a “vida é inconcebível” e que essa teria sido a primeira etapa da vida.²¹¹

2.10 A visão contrária a teoria da Origem da vida de Oparin

A reedição do livro de Oparin de 1936 (em russo) aconteceu em 1956, com o título *Origin of life on the Earth*. O livro era uma revisão ampliada da primeira versão. Como o anterior, sua primeira publicação foi em russo e depois, foi traduzida para o inglês.

Essa versão apresentou argumentos mais claros e fortalecidos com base materialismo dialético. Oparin escreveu que

Uma perspectiva completamente diferente se abre diante de nós, se tentarmos apresentar uma solução para o problema dialeticamente, em vez de metafisicamente, com base em um estudo sobre as sucessivas mudanças na matéria que precederam o aparecimento da vida e que a matéria não permanece em repouso, ela está em constante movimento e desenvolvimento ... a vida aparece, assim, como uma forma muito complicada e particular do movimento da matéria, que surge como uma nova propriedade em um estágio definitivo no desenvolvimento geral da matéria.²¹²

²¹¹ Orgel, 23.

²¹² Oparin, 30.

Com argumentos materialistas, Oparin defendeu sua ideia sobre o surgimento da vida, porém não era a única que estava em discussão entre seus contemporâneos. Bem antes dessa reedição de 1956, mais precisamente em 1926, o geneticista americano H. J. Muller afirmou que a vida teria se originado a partir do aparecimento de um gene.

Quando Muller apresentou seu trabalho pela primeira vez, passou despercebido, pois sua ideia foi considerada incompleta e especulativa, sem fundamento ou evidência que pudesse validá-la. Muller defendia que um gene dotado de autocatálise, catálise heterogênica e mutabilidade poderia resultar em um sistema vivo capaz de se reproduzir, metabolizar e evoluir.²¹³

O geneticista visitou a União Soviética em 1933, pois simpatizava com as ideias comunistas, porém mais tarde se tornou adversário as ideias que envolviam o Lysenkoísmo,²¹⁴ muito difundidas na União Soviética e, principalmente defendidas por Oparin.²¹⁵

Em contraste direto com Oparin, Muller acreditava que a vida, inclusive, poderia ter sido gerada espontaneamente e em 1955 (dois anos após Watson e Crick terem publicado seu modelo da estrutura do DNA), argumentou que todos os materiais existentes no organismo seriam subsidiários ao material genético, e a origem da vida seria resultante da combinação química ao acaso desse material. Para Muller e todos aqueles que concordaram com ele, o gene seria a

²¹³ Stanley L. Miller, J. W. Schopf, Antonio Lazcano "Oparin's "Origin of Life", 352.

²¹⁴ Termo que definia as ideias defendidas por Trofim Lysenko, que estavam relacionadas à herança de características adquiridas e que ia contra a genética mendeliana. Lysenko apoiava a filosofia dialético-materialista e para ele a genética não era algo dependente apenas do cromossomo, mas também, de cada partícula do corpo, que era resultado das condições externas do corpo. O ambiente poderia modificar as características hereditárias. Vide Loren R. Graham, *Science in Russia and Soviet Union*, 123 & J. Huxley, *Heredity East and West: Lysenko and the World Sciece*.

²¹⁵ Mark B. Adams, "Aleksandr Ivanovich Oparin". DBC, 2067, vol. III. Ano?

única molécula “viva” que possui a capacidade de se reproduzir, sofrer mutações e produzir enzimas metabólicas específicas.²¹⁶

Oparin não aceitou essa visão de origem da vida e contestou-a assim que tomou conhecimento a seu respeito, pois se colocava contra a genética mendeliana, que fundamentava a teoria de Muller. Oparin demonstrou-se contrário ao mendelismo-morganismo²¹⁷, base da genética de sua época, quando escreveu que

Amplamente difundido nos meios científicos dos EUA e na Europa ocidental, o mendelismo-morganismo levanta uma tese segundo a qual as partículas de uma substância especial concentrada nos cromossomos do núcleo celular, os genes, detêm a hereditariedade e todas as outras propriedades da vida. Essas partículas teriam surgido na Terra em um passado longínquo e conservado quase inata sua estrutura geradora durante todo o desenvolvimento da vida.²¹⁸

Para Oparin se o problema da origem da vida fosse visto a partir do mendelismo-morganismo, seria reduzido à questão de se saber como o gene, “substância especial dotada de todas as propriedades da vida”, poderia ter surgido repentinamente. Ele considerou esse tipo de pensamento como simplista, por considerar que o gene aparece ao acaso e que isso é possível “graças a uma feliz combinação de átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e fósforo”, que se agrupam para formar esta molécula complexa.²¹⁹

Muller mostrou-se simpatizante da teoria proposta por Oparin, porém logo após a divulgação de suas ideias, ambos se envolveram em um debate que

²¹⁶ Stanley L. Miller, J. W. Schopf, Antonio Lazcano “Oparin's “Origin of Life”, 352.

²¹⁷ Mendelismo-morganismo era a forma de Oparin se referir à Mendel e Morgan, considerados fundadores da genética clássica.

²¹⁸ Oparin, *Origem da vida*, 16-7.

²¹⁹ Oparin, *Origem da vida*, 17.

misturava a ciência, a filosofia e a política. Muller afirmou que no momento em que Oparin assumiu que a vida é uma forma especial do movimento da matéria, que a herança biológica era resultado do crescimento e divisão dos coacervados, estava levando em conta o materialismo dialético, linha oficial do Partido Comunista e que dava ao material genético pouca importância.²²⁰

Sabendo que Oparin era defensor do Lysenkoísmo podemos entender sua recusa em refletir sobre as possibilidades de a vida ter surgido a partir de um gene e principalmente ao acaso. Essa ideia era contrária a tudo o que ele queria refutar: teoria da geração espontânea e genética mendeliana.

Miller, Lazcano e Badda escreveram em 1997, que os coacervados de Oparin não eram mais considerados um modelo plausível para definir as primeiras formas de vida. Essa ideia teria caído por terra, quase que completamente, motivadas pelas discussões modernas, que envolviam os genes como base para os primeiros seres vivos. Porém, sua originalidade foi respeitada, visto que havia sido apresentada em um outro contexto histórico. Em 1936, o DNA não era conhecido como material genético. Para Oparin seria uma proteína a chave de tudo e não uma molécula genética. Ele usou tudo que estava disponível na bioquímica na época e apresentou o seu melhor.²²¹

Muller, em 1926, havia sugerido algo sobre o gene como base para o surgimento da vida e Oparin não levou em consideração por realmente acreditar em Lysenko, além de não podermos deixar de levar em conta a formação filosófica e ideológica de Oparin.

²²⁰ Lazcano, 9-10.

²²¹ Miller, Schopf & Lazcano, 352.

Muitos críticos apontam que essa associação, que durou muitos anos, manchou sua biografia. Oparin foi contra a muitos cientistas contemporâneos à sua época, inclusive soviéticos, em defesa do Lysenkoísmo,²²² o que não foi o suficiente para acabar com sua contribuição para os estudos voltados a problemática da origem da vida.

Oparin fundamentou suas ideias com base no materialismo dialético, que segundo L. Graham, mesmo que em 1924 talvez não tivesse um conhecimento mais sistemático sobre o assunto isso não assegura que ele não estivesse presente em suas publicações.²²³ Em seu primeiro artigo Oparin, como comentamos anteriormente, evidenciou a teoria darwiniana para escrever sua teoria. No entanto, em suas outras publicações fica claro que Oparin fez uma releitura do darwinismo misturando-o com o materialismo dialético.

Para Oparin, tanto a matéria viva quanto a não-viva passavam por transformações que eram influenciadas pelas condições ambientais e isso resultava na evolução quantitativa da matéria inorgânica, até que em um salto qualitativo a vida seria originada. Percebemos a influência da seleção natural nessa ideia, que é uma teoria voltada à origem das espécies, no entanto Oparin a utiliza para explicar as transformações da matéria orgânica em inorgânica.

²²² Miller, Schopf & Lazcano, 352.

²²³ Graham, *Science and Philosophy*, 260.

CAPÍTULO 3

A origem da vida no ensino de biologia

3.1 A origem da vida no Caderno do Aluno da SEESP

Como vimos nos capítulos anteriores, a origem da vida é um assunto que atrai muitos pesquisadores face ao desafio que o cerca. Quando a discussão sobre a origem da vida adentra as salas de aula de nossas escolas se torna muitas vezes um assunto polêmico e um grande motivador de debates, pois é um divisor de opiniões.

No entanto, muitas vezes o tempo, o grande inimigo dos professores, não permite uma abordagem mais aprofundada de determinados assuntos, o que seria muito interessante e contribuiria para as reflexões feitas pelos alunos.²²⁴

O tema “origem da vida”, que poderia contribuir para o entendimento de como se faz ciência, muitas vezes dependendo do material didático, é abordado de forma superficial e como se fosse uma linha do tempo de acontecimentos, que valorizam os “erros do passado” e os “acertos do presente”.

Durante essas aulas pode ser passada uma ideia deturpada de como um determinado conhecimento científico é construído, o que leva, em grande parte das vezes, o aluno a julgar o passado com os olhos de hoje. Mas, por que se aprofundar em como foi construída determinada teoria da origem da vida, principalmente quando não há tempo para fazê-lo?

A ideia não está em fazer com que o professor passe por cada conteúdo discutindo sobre como ele foi construído e em que condições isso aconteceu,

²²⁴ Beltran, Rodrigues & Ortiz. “História da ciência”, 50.

mas sim, em alguns momentos utilizar dessa estratégia para promover reflexões e discussões que contribuem para a formação crítica do cidadão.

Utilizar a história da ciência como mediadora da discussão sobre as hipóteses referentes à origem da vida pode ser algo interessante e motivador tanto para o professor quanto para os seus alunos.

Os documentos educacionais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), propostos pelo Ministério da Educação, e o Currículo da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, que teremos como base nesta dissertação, apontam a importância da introdução da história da ciência nos planos de ensino dos componentes da área de conhecimento como estratégia que permitirá a contextualização de diversos conteúdo.²²⁵

O currículo do Estado de São Paulo de Ciências da Natureza e suas tecnologias informa que a história da ciência tem importante interface com a área das Ciências Humanas, os períodos históricos são pautados pelos conhecimentos técnicos e científicos presentes nas atividades econômicas, assim como as trocas comerciais, as disputas internacionais e os domínios territoriais dependem do desenvolvimento das forças produtivas estreitamente associadas aos conhecimentos científicos. Também alguns campos de investigação científica, como os da cosmologia e da evolução têm forte apelo filosófico.²²⁶

²²⁵Brasil, Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 15. São Paulo, Currículo do Estado de São Paulo de Ciências da Natureza e suas tecnologias, 29.

²²⁶São Paulo, 27-8.

Nos PCNs para o Ensino Médio, referente às Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias a história da ciência aparece em duas das seis competências e habilidades, são elas

Reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio; compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.²²⁷

O PCNEM de Biologia apresenta a história da ciência no seguinte trecho

Elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico.²²⁸

Verifica-se nesse trecho a preocupação com o sucesso e o fracasso de teorias científicas, baseada no pensamento Kuhniano (ruptura da história, que serviu e ainda serve de base para o entendimento da história da ciência para muitos estudiosos, além da perspectiva historiográfica tradicional, “em que o passado é visto com os olhos de hoje e que a ciência teria se desenvolvido progressiva e linearmente”.²²⁹

²²⁷ Brasil, PCNEM, 13.

²²⁸ Ibid., 14.

²²⁹ Beltran, Saito & Trindade. *História da ciência*, 20.

A perspectiva historiográfica tradicional, que é vista como continuísta (vê a ciência como continuidade) e internalista (“que pressupõe que a ciência seja autônoma, neutra e tenha dinâmica própria, independente da sociedade que a gerou”), foi muito forte na época em que a história da ciência foi institucionalizada e continua até hoje, como pudemos perceber, sendo utilizada para descrever a história da ciência.²³⁰

Entretanto, a história da ciência para muitos, também está baseada no pensamento kuhniano, como colocado anteriormente, que na década de 1960 foi um dos responsáveis pela crítica à historiografia continuísta tradicional²³¹. Vale ressaltar que atualmente temos uma nova perspectiva historiográfica, que propõe “mapear e contextualizar os conhecimentos do passado, considerando-se não só as continuidades, mas também as descontinuidades”²³². Como entender e utilizar a história da ciência com tantas vertentes e perspectivas historiográficas diferentes?

Seguimos as esferas de análise proposta pelos pesquisadores do Centro Simão Mathias (CESIMA) para estudarmos e refletirmos sobre o material didático. São elas: epistemológica, historiográfica e contextual.²³³ Verificamos como foi uso da história da ciência nos textos apresentados na situação de aprendizagem 1, por exemplo, que tipo de abordagem historiográfica foi utilizada na produção desses textos.

²³⁰ Beltran, Saito & Trindade, 37.

²³¹ O pensamento kuhniano é embasado nas ideias de Thomas S. Kuhn, publicadas em seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, de 1962. Kuhn propôs a quebra da ideia do progresso contínuo para explicar o desenvolvimento da ciência. In M. H. R. Beltran, F. Saito & L. S. P. Trindade. *História da ciência para formação*, 41-2.

²³² Beltran, Saito & Trindade. *História da ciência para formação*, 46.

²³³ Alfonso-Goldfarb. “Centenário Simão Mathias”, 7.

Alfonso-Goldfarb, Ferraz e Beltran comentam que é necessário voltar a atenção “à análise de documentos por meio de crítica textual, considerando as raízes e as camadas dos textos”. Acreditamos que o autor do material didático ao abordar a história da ciência em suas produções precisa atentar para essa orientação. As pesquisadoras buscam entender “como vão desaparecendo esses focos e camadas textuais, à medida que modifica-se o contexto”.²³⁴ Com base nessa abordagem historiográfica como podemos aplicar a história da ciência no ensino? Beltran comenta que as atuais tendências construtivistas facilitam a construção de interfaces entre a história da ciência e ensino, pois levam em conta o papel de fatores sociais no processo de elaboração do conhecimento científico, em que o professor é o mediador do conhecimento, valorizando o confronto de ideias que permitem contextualizar um conteúdo ensinado.²³⁵

Com a implantação das tendências construtivistas e com base em documentos oficiais, o Currículo do Estado de São Paulo de Ciências da Natureza e suas tecnologias ressaltam importantes habilidades que devem ser desenvolvidas nos componentes dessa área do conhecimento que envolvem o conhecimento histórico, tais como²³⁶:

- analisar o papel da ciência e da tecnologia no presente e ao longo da história;
- relacionar informações e processos com seus contextos e com diversas áreas de conhecimento.

²³⁴Alfonso-Goldfarb & Ferraz. “A historiografia contemporânea”, 60.

²³⁵Beltran, “História da química e ensino”, 196.

²³⁶São Paulo, 29.

Parece claro o interesse tanto do MEC (Ministério da educação) quanto da SEESP (Secretaria do Estado de São Paulo) em apontar a história da ciência como um instrumento que contribui favoravelmente para a aprendizagem da ciência.

No entanto, sabemos que a história da ciência não é algo simples de se trabalhar, pois não adianta apenas utilizar a história para contar como um determinado conceito foi elaborado. A historiadora da ciência, Ana Maria Alfonso-Goldfarb escreve que

Não basta juntar História e Ciência para que o resultado final seja provavelmente História da Ciência. E isso não acontece só porque a junção ou a combinação de duas coisas diferentes quase sempre produz uma terceira com características próprias, embora se pareça com aquelas que lhe deram origem.²³⁷

Mais difícil ainda quando os professores não possuem formação adequada para aplicá-la ou, até mesmo, para selecionar um bom material que será apresentado durante as aulas.

Apesar de há algum tempo existirem debates sobre o uso ou não da história da ciência no ensino, muitos cursos de licenciatura nas áreas científicas preocupam-se apenas em passar as disciplinas específicas nas quais os alunos aprendem os conteúdos e como devem ser reproduzidos.²³⁸

Acreditamos que essa ideia de reprodução de conhecimento sem reflexão que não motiva o aluno a pensar, não tem sentido e não está de acordo com o Currículo do Estado de São Paulo (Biologia), por exemplo, que afirma que

²³⁷ Alfonso-GoldFarb. *O que é história da ciência*, 8.

²³⁸ Marques, “Formação de professores de ciências”, 4.

O conhecimento biológico e a visão científica são condições necessárias para a prática de uma cidadania reflexiva e consciente, uma responsabilidade e um compromisso dos quais certamente as escolas e os professores não abrem mão.²³⁹

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas uma das competências e habilidades exigidas é: “entender o processo histórico de produção do conhecimento das ciências biológicas referente a conceitos/princípios/teorias”.²⁴⁰ No entanto, parece não ter espaço para a história da ciência no currículo e esse futuro professor não conhecerá durante sua graduação como foi construído o conhecimento científico que ensinará.

Marques afirma que deve ser levado em consideração que essa “deficiência nos cursos de formação de professores pode estar relacionada, também, à recente institucionalização da história da ciência no Brasil”, o que resulta em poucos historiadores da ciência.²⁴¹

A história da ciência é uma área interdisciplinar, isso é, podemos articulá-la a outras áreas do saber. Entretanto, não podemos unir a história da ciência e o ensino para que haja uma interface bem estabelecida, pois não é fácil unir duas áreas tão distintas.²⁴² Principalmente, quando não se tem formação específica e nem recurso didático que contribua para sua aplicação.

Vimos que os documentos educacionais descrevem a história da ciência como um facilitador para o ensino das ciências, no entanto não exigem a

²³⁹ São Paulo, 70.

²⁴⁰ Brasil. “Diretrizes Curriculares”, 3.

²⁴¹ Marques, 8.

²⁴² Trindade, Rodrigues, Saito & Beltran. “História da ciência e ensino: alguns desafios”, 123.

formação adequada do professor, que muitas vezes só tem o livro didático como um recurso norteador e formador.

O grande problema é que a história da ciência nos livros didáticos é abordada, geralmente à parte do conteúdo central, apresentada por pequenas biografias daqueles que foram considerados os “pais” de um determinado conhecimento ou como os “grandes gênios da ciência”. Muitas vezes apresentam curiosidades científicas e anedotas “mostrando Arquimedes correndo nu pelas ruas gritando *eureka*”.²⁴³

Esse tipo de apresentação equivocada sobre o que seria a história da ciência, desvaloriza e ridiculariza a construção do conhecimento científico no passado. Parece mais um momento de descontração em meio a uma explicação de conteúdo.

Os PCNs apontam a história da ciência como estratégia para o desenvolvimento de habilidades, no entanto, não propõe atividades para desenvolvê-la.

O Currículo do Estado de São Paulo também apresenta apenas competências e habilidades, porém a SEESP elaborou o caderno do aluno com base no Currículo Oficial do Estado de São Paulo, que tem como objetivo unificar o ensino nas escolas da rede estadual e que é distribuído gratuitamente a todos os alunos.²⁴⁴

²⁴³Trindade, Rodrigues, Saito & Beltran, 120.

²⁴⁴Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

3.2 Caderno do aluno e do professor e o ensino da origem da vida à luz da história da ciência

O caderno do aluno é um material pedagógico que auxilia os educadores no preparo das aulas de matemática, língua portuguesa, história, filosofia, química, física, biologia sociologia, inglês, geografia e educação física, para o desenvolvimento de habilidades e competências indicadas no Currículo Oficial. Esse material é dividido em dois volumes, um para ser trabalhado no primeiro semestre e o outro no segundo semestre.²⁴⁵

Faremos uma discussão sobre como o tema da Origem da vida é abordado no volume 2 do caderno do aluno da terceira série do ensino médio. Além de analisarmos se esse assunto é discutido à luz da história da ciência, como proposto no Currículo Oficial de Biologia (SEESP)

Origem e evolução da vida: aqui são tratados os temas mais instigantes para o ser humano, que, desde sempre, tem procurado compreender as origens da vida, da Terra, do Universo e dele próprio. São conteúdos com grande significado científico e, sobretudo, filosófico, pois abrangem questões polêmicas, envolvendo várias interpretações sobre a história da vida, como, por exemplo, a de que seu surgimento foi decorrência de um acidente ou, de modo oposto, de um projeto inscrito na constituição da própria matéria. Nessa medida, esses temas permitem aos alunos confrontar diferentes explicações sobre o assunto, de natureza científica, religiosa ou mitológica, elaboradas em diferentes épocas.²⁴⁶

Sobre o tema de origem e evolução da vida concluem que

²⁴⁵Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

²⁴⁶ São Paulo, 74-5.

No desenvolvimento deste tema, ainda, os alunos têm oportunidade para perceber a transitoriedade dos conhecimentos científicos, posicionar-se em relação a questões polêmicas e dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo, além de se familiarizar com os mecanismos básicos que propiciam a evolução da vida e do ser humano em particular. Com isso, podem perceber a singularidade do processo evolutivo em que fatores culturais interagem com os biológicos, e as intervenções humanas apoiadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico alteram o curso desse processo.²⁴⁷

Percebemos a relevância dada a esse tema, inclusive na sua construção histórica, entretanto veremos a partir da análise do caderno do aluno e do professor (material de apoio para a aplicação das situações de aprendizagem), se essas orientações são seguidas.

O caderno do aluno de Biologia da terceira série do ensino médio é dividido em situações de aprendizagem que se iniciam com pequenas introduções sobre o tema e em seguida tem questões investigativas sobre o conhecimento prévio do aluno, com o título “Para começo de conversa”. Após essa primeira discussão, o material apresenta leitura de textos, imagens, gráficos e exercícios diversos sobre o tema central da situação de aprendizagem.

Os textos trazem informações sucintas sobre o tema, o que levaria o professor a buscar o livro didático como suporte, visto que os alunos recebem gratuitamente pelo Programa Nacional do Livro Didático do Governo Federal.

²⁴⁷ São Paulo, 75.

Encontramos nesse momento o primeiro problema que envolve a disciplina de Biologia na rede estadual de ensino. Nem todos os conteúdos previstos no Currículo Oficial do Estado de São Paulo são contemplados nos livros de suas referidas séries. Um exemplo, é o tema da origem da vida que faz parte do conteúdo da terceira série do ensino médio, porém se encontra no livro didático da primeira série.

Temos aqui uma dificuldade tanto para o professor quanto para o aluno, pois como orientação do PNLD, o livro de biologia do ensino médio é reutilizável, isso é, deve ser devolvido ao final do ano letivo para que outro aluno possa utilizar no próximo ano.²⁴⁸

Com textos sucintos não é possível que o aluno consiga aprimorar seu conhecimento sobre um determinado assunto. Esse papel deverá ser do professor, o qual terá que oferecer outros recursos didáticos para que o aluno possa ter acesso ao conteúdo mais aprofundado e oportunize momentos de reflexão e discussão sobre o assunto.

O professor poderá utilizar como material de apoio o Caderno do professor, que além dos gabaritos dos exercícios apresenta orientações didático-pedagógicas para apoiá-los na elaboração de seus planejamentos.²⁴⁹ O professor, conforme orientações da SEESP, não deverá pautar o assunto apenas no caderno do aluno, mas também deve promover atividades como visita a museus, utilização de ambientes virtuais, consultas de periódicos, entre outros.

²⁴⁸ Brasil. Programa Nacional do Livro Didático.

²⁴⁹ São Paulo, 7.

O caderno do professor também é dividido com situações de aprendizagem, que apresentam orientações didático-pedagógicas, o quadro de competências e habilidades, que traz também sugestões de atividades, os gabaritos dos exercícios, os textos, as imagens, os gráficos e as tabelas que estão no caderno do aluno.

Começaremos a discussão a partir do caderno do professor. A seguir o quadro referente a situação de aprendizagem 1: A origem da vida, volume 2, terceira série do ensino médio.

Conteúdos e temas: hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva.

Competências e habilidades: interpretar as concepções religiosas e científicas para a origem da vida e dos seres vivos; buscar informações em um texto, figura, tabela ou gráfico a respeito das polêmicas sobre a origem da vida; entender os fatos científicos que sustentam a ideia, atualmente aceita, sobre como surgiram os primeiros seres vivos em nosso planeta; identificar evidências do processo de evolução biológica (fósseis, órgãos análogos, homólogos e vestigiais); interpretar a história da vida na Terra com base em escala temporal, indicando os principais eventos (surgimento da vida, das plantas, do homem etc.).

Sugestão de estratégias: atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em grande grupo; interpretação de textos e figuras.

Sugestão de recursos: aparelho de DVD e TV; documentário exibido na TV Escola: *Fernando de Noronha: o arquipélago dos golfinhos*, ou outro filme a escolher sobre a biodiversidade na Terra; lousa e giz.

Sugestão de avaliação: baseada na qualidade das manifestações, tanto orais quanto escritas, dos alunos sobre os temas abordados e nas respostas às questões propostas.

(Caderno do professor, vol. 2. 2015, SEESP, 9.)

O tema da situação de aprendizagem 1, como comentado anteriormente é “A origem da vida”, porém como podemos perceber no quadro de orientações não apenas habilidades e competências sobre o tema, mas também sobre a evolução da biologia, que é discutida na situação de aprendizagem 2.

Esses são conteúdos distintos e quando apresentados como eixos de um tema central podem levar os alunos a pensarem que se tratam do mesmo assunto, por isso o professor deve estar atento para que isso não aconteça.

A sugestão do documentário está mais voltada a origem das espécies do que da vida propriamente dita, pois trata da biodiversidade terrestre. As estratégias de ensino não sugerem nada além do mais do que já está no caderno do aluno.

Na primeira orientação didático-pedagógica, que aparece a cada atividade ou texto, é sugerido que o professor passe a parte do documentário em que é apresentada a diversidade de espécies do arquipélago de Fernando de Noronha e em seguida solicita que o professor comece a discussão com base nas questões da atividade do Caderno do aluno, “Para começo de conversa”²⁵⁰, as questões são: “Como teriam surgido todas as formas de vida que existem?”; “O que os seres vivos têm em comum? Quais as características essenciais à vida?” e “Do que são constituídas as células?”²⁵¹

Antes de discutirmos a próxima atividade no caderno do aluno, apresentaremos resultados de estudos recentes que tratam do ensino sobre a origem da vida na educação básica.

Estes estudos informam que não tem aparecido muitos trabalhos sobre a aplicação do tema da origem da vida na sala de aula, mesmo sendo considerado por muitos estudiosos, um tema de fundamental importância que visa elucidar questões que ocupam a mente humana há milhares de anos.²⁵²

²⁵⁰ São Paulo, 10.

²⁵¹ São Paulo, 5.

²⁵² Moraes & Oliveira, “O ensino de origem da vida”, 1

Moraes e Oliveira afirmam que esse é um tema considerado por muitos “polêmico e controverso”, por apresentar não apenas explicações científicas, “mas também explicações de senso comum, folclóricas e religiosas”. Para os autores, isso se torna um problema e dificulta sua abordagem em sala de aula.²⁵³ De acordo com eles, muitos professores de biologia apresentam “concepções equivocadas sobre o assunto e os materiais didáticos que são utilizados, na maioria das vezes apresentam uma visão deformada do trabalho científico”.²⁵⁴

Resultados dessas pesquisas mostraram que muitos professores se vem em situação difícil ao falar sobre a origem da vida devido ser um assunto “envolto em uma série de questões de ordem cultural e religiosa” em quaisquer que sejam os segmentos de ensino.²⁵⁵

Temos aqui uma grande preocupação que envolve o tema em questão. No caderno do aluno, após a atividade de investigação, teremos outra de leitura e análise de texto com o seguinte título: “Duas visões sobre a origem da vida” (texto em anexo), nesse momento o aluno recebe a seguinte orientação

Os dois textos que você irá ler agora trazem explicações diferentes para a origem da vida dos seres vivos. Durante a leitura, procure identificar quais são as razões dessas explicações, isto é, quais são os fundamentos em que se baseiam as explicações apresentadas.²⁵⁶

²⁵³Moraes & Oliveira, “O ensino de origem da vida”,1

²⁵⁴Ibid..

²⁵⁵ Oliveira. “Aspectos da pesquisa”23.

²⁵⁶ São Paulo, 5.

O primeiro texto trata-se da visão religiosa o título é “Explicação 1 – Encontrada no Gênesis 1:1 – 12 (440 a. C.)” e o segundo é sobre a visão científica, “Explicação 2 – Teoria da sopa orgânica”.



Explicação 1 – Encontrada no Gênesis 1:1-12 (400 a.C.)

No princípio, criou Deus os céus e a terra.
A terra era sem forma e vazia; e havia trevas sobre a face do abismo, mas o Espírito de Deus pairava sobre a face das águas.
Disse Deus: – Haja luz. E houve luz.
Viu Deus que a luz era boa; e fez a separação entre a luz e as trevas.
E Deus chamou à luz dia, e às trevas noite. E foi a tarde e a manhã, o dia primeiro.
E disse Deus: – Haja um firmamento no meio das águas, e haja separação entre águas e águas.
Fez, pois, Deus o firmamento, e separou as águas que estavam debaixo do firmamento das que estavam por cima do firmamento. E assim foi.
Chamou Deus ao firmamento céu. E foi a tarde e a manhã, o dia segundo.
E disse Deus: – Juntem-se num só lugar as águas que estão debaixo do céu, e apareça o elemento seco. E assim foi.
Chamou Deus ao elemento seco terra, e ao ajuntamento das águas mares. E viu Deus que isso era bom.
E disse Deus: – Produza terra relva, ervas que deem semente, e árvores frutíferas que, segundo as suas espécies, deem fruto que tenha em si sua semente, sobre a terra. E assim foi.
A terra, pois, produziu relva, ervas que davam semente segundo as suas espécies, e árvores que davam fruto que tinha em si a sua semente, segundo as suas espécies. E viu Deus que isso era bom.

Gênesis 1:1-12 (c. 400 a.C.). *Bíblia sagrada*. Domínio público. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=16732>. Acesso em: 29 jan. 2014.



Explicação 2 – Teoria da sopa orgânica

Há 4,6 bilhões de anos, o planeta Terra apresentava temperaturas altíssimas. Com o passar do tempo, por um processo muito lento, sua superfície foi esfriando, tornando possível a formação de uma fina camada sólida: a futura crosta terrestre.

Durante o resfriamento, o planeta liberou gases do seu interior, formando uma atmosfera primitiva, muito diferente da que existe hoje, pois era rica em substâncias como gás carbônico (CO₂), gás nitrogênio (N₂), amônia (NH₃), gás hidrogênio (H₂), metano (CH₄) e vapor d'água (H₂O), mas sem gás oxigênio (O₂).

Muita água e muito calor criaram condições ótimas para a formação de muitas nuvens e fortes tempestades que ajudaram a resfriar o planeta e também a originar os mares. Não havia ozônio e, portanto, a Terra estava desprotegida das radiações solares.

Acredita-se que as descargas elétricas dos raios e as radiações favoreceram a ocorrência de combinações entre os materiais que compunham a atmosfera primitiva e os mares, originando uma “sopa” de substâncias nutritivas que formaram o corpo dos primeiros seres vivos.

O agrupamento dessas substâncias formou gotículas isoladas, células primitivas com a capacidade de se dividir. Essa teoria, conhecida como “teoria da sopa orgânica” ou “teoria da origem molecular da vida”, foi proposta pelo escocês John Sanderson Haldane (1892-1964) e pelo russo Aleksandr Ivanovich Oparin (1894-1980), que, apesar de não terem trabalhado juntos, chegaram à mesma conclusão.

Elaborado por Lucilene Aparecida Esperante Limp especialmente para o São Paulo faz escola.

(Caderno do professor, vol. 2. 2015, SEESP, 11.)

O autor do caderno do aluno sugere que o professor inicie a leitura dos textos da página seguinte que tem como objetivo “reconhecer a diferenças entre as maneiras religiosa e científica de tratar o tema da origem da vida na Terra”. A orientação segue afirmando que:

É importante, ressaltar, em respeito às crenças religiosas dos alunos, que essas diferentes concepções sobre a origem da vida e dos seres vivos coexistem: a religiosa acredita no criacionismo, em que um ser superior foi responsável pela criação do Universo e da vida, enquanto a científica está fundamentada em resultados experimentais e advoga que as formas de vida, atuais e do passado, expressam um mesmo fenômeno natural, que o de processos inerentes ao próprio planeta Terra. A concepção científica pode ser comprovada em laboratório, conforme a questão proposta no Caderno do aluno. O fato de a concepção religiosa não poder ser testada em laboratório não a desqualifica apenas reforça a diferença entre elas.²⁵⁷

Essa orientação é bastante preocupante, pois afirma que a concepção científica da origem da vida pode ser testada e comprovada em laboratório, parecendo, inclusive, que está sendo validada como a teoria que deve ser aceita. Isso se trata de um grande equívoco, porque mesmo sem explicitar a qual teoria está se referindo, sabemos que nenhuma delas foi comprovada, ou seja, todas são baseadas em evidências.

O autor informa que não se deve desqualificar a explicação religiosa, mas as diferenças entre ambas as visões devem ser reforçadas. Mediante a discussão realizada anteriormente, sobre a dificuldade de alguns professores

²⁵⁷ São Paulo, 10.

lidarem com esse tema, será que essa orientação é suficiente para que se contorne qualquer situação polêmica? Qual seria a visão do professor sobre esse tema?

M. T. S. Jorge, concluiu em sua dissertação de mestrado, que os professores necessitam de formação específica e sugere inclusive, que esses professores façam curso na área da história e filosofia da ciência, para entenderem que a ciência e a religião sempre irão coexistir e precisam lidar com isso na sala de aula.²⁵⁸

Concordamos que o professor precisa se atualizar e buscar formas de trabalhar questões que para ele também são difíceis de lidar. Esperar que simples orientações de materiais didáticos contribuam para sua formação e planejamento de suas aulas é um pensamento ingênuo. Cada vez mais, devido à velocidade da informação, os alunos chegam para as aulas munidos de conhecimentos prévios, de senso comum ou não e buscam respostas para suas dúvidas com o professor.

Após a leitura das duas explicações os alunos precisam responder a questões referentes aos textos: “Em que se baseia a primeira explicação?”; “Seria possível testar alguma das explicações em laboratório? Explique” e “O ambiente descrito no segundo texto seria propício à existência dos seres vivos atuais? Explique.”²⁵⁹

No momento da discussão sobre essas questões, o professor precisa comentar com seus alunos que o conhecimento científico é diferente do

²⁵⁸ Jorge, “O ensino de ciência”, 137.

²⁵⁹ São Paulo, 7

conhecimento religioso, pois são construídos de forma distintas. A ciência está envolvida em discussões, experimentos, métodos, modelos e entre outras coisas dependendo de sua natureza. Já a religião é baseada em dogmas.

Encontramos outro problema ao ler as explicações da atividade. A explicação 1-Teoria da sopa orgânica. Além de ser um texto superficial o autor não fez uma pesquisa aprofundada, pois repete um erro que aparece frequentemente nos materiais didáticos, o de informar que o Oparin e Haldane propuseram a “teoria da origem molecular da vida”, os dois estavam de acordo que a vida teria surgido abiogeneticamente e era heterotrófica, no entanto não ressaltam que os estudiosos tinham ideias diferentes sobre como isso aconteceu.

O autor considera, como aparece em muitos livros didáticos, as ideias de Oparin e Haldane como parte de uma única teoria, no entanto descreve apenas a teoria proposta por Oparin. É importante ressaltar que apesar de ambos cientistas sugerirem que a vida surgiu no oceano primitivo, defenderem a teoria da sopa orgânica e considerarem que os primeiros seres vivos teriam sido heterótrofos, existem diferenças de como isso aconteceu na visão dos dois.

Esse é um equívoco que um estudo aprofundado à luz história da ciência poderia resolver. Mesmo porque ela faz parte dos documentos educacionais e até agora não conseguimos perceber sua utilização no material analisado.

Esses dois textos não contribuem para uma reflexão sobre como as explicações da origem da vida foram elaboradas durante esses milhares de anos que elas existem. A visão que se passa é que existe uma concepção religiosa e uma científica, e que esta seria a mais aceita. Não está de acordo com o que o

próprio currículo do Estado descreveu sobre o tema: “abrange questões polêmicas, envolvendo várias interpretações sobre a história da vida”.²⁶⁰

A próxima atividade, “Ampliando a discussão”, começa com uma orientação ao aluno

O problema da origem da vida já recebeu soluções diversas conforme a época e o tipo de civilização e ainda é motivo de discussões acirradas. Leia o texto sobre os projetos ambiciosos de alguns cientistas.²⁶¹

O título do texto é “Cinquenta anos de ‘vida’ no laboratório”(texto em anexo) que trata do que eles chamam da “grande descoberta em Bioquímica realizada em 1953”, quando o James Watson e Francis Crick apresentaram o estrutura do DNA, dos ambiciosos, Harold Urey e Stanley Miller, que “fabricaram a vida, ou, ao menos alguns de seus ingredientes básicos, no laboratório” e a qual recentemente a NASA apresentou resultado de que as moléculas que originaram a vida vieram do espaço.²⁶²

No texto não há nenhuma ligação entre o experimento de Urey e Miller com a teoria de Oparin. É de conhecimento público que os americanos testaram as ideias do soviético no laboratório. Parece que novamente os autores perderam a oportunidade de utilizar a história da ciência para escrever um texto que contribuísse para a compreensão do aluno sobre como se constrói um conhecimento científico.

²⁶⁰ São Paulo, 74-5.

²⁶¹ São Paulo, 8

²⁶²Ibid.

Nesse momento o aluno poderia perceber que a ciência não é linear e nem progressista, ela se parece mais com um espiral e o cientista não está isolado em seu laboratório. Urey e Miller, em 1953, testaram um conhecimento, considerado válido para muitos cientistas contemporâneos à sua época, que foi elaborado na década de 1920 e que até hoje ainda é testado.

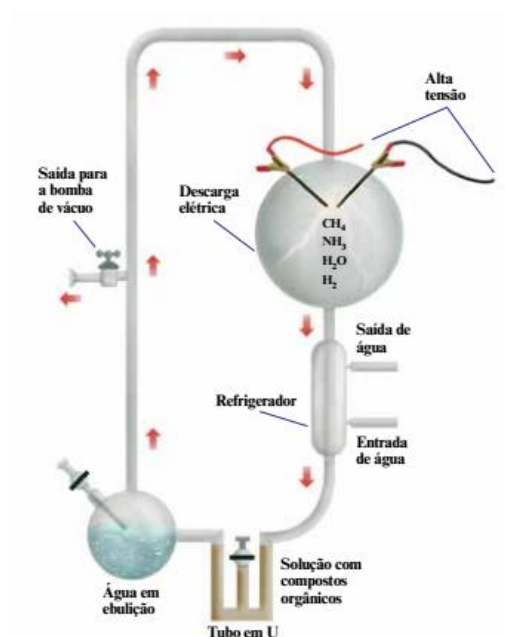
O texto “Cinquenta anos de ‘vida’ no laboratório” faz menção aos estudos da estrutura do DNA, entretanto só apresenta como uma grande descoberta. Quanto aos estudos da NASA, coloca como recente a hipótese de que as moléculas que originaram a vida vieram do espaço. Entretanto não mencionam que a teoria da panspermia foi proposta no final do século XIX.

Na orientação do caderno do professor está escrito que essa leitura tem como objetivo “mostrar para os alunos que o conhecimento é formado pela interpretação de dados”. Finaliza informando o mesmo que está escrito no caderno do aluno: “O problema da origem da vida já recebeu soluções diversas conforme a época e o tipo de civilização e ainda é motivo de discussões acirradas.”²⁶³

Percebemos a abordagem da historiografia tradicional, continuísta, passando a ideia de que o conhecimento científico se desenvolve por acumulação e sempre no sentido do progresso. Além disso, a ideia de que o conhecimento é construído somente a partir de interpretação de dados, colocada pelos autores, dá a impressão de que não existe outras formas de conhecimento, como o religioso por exemplo, o qual, de acordo com a proposta dos cadernos, deve ser respeitado.

²⁶³ São Paulo, 12.

Após a leitura do texto os alunos devem responder questões com base nas seguintes orientações: “A figura (1) abaixo representa o aparelho construído por Urey e Miller. Compare sua organização com a descrição do texto e depois responda às questões.”²⁶⁴



(Figura 1: Caderno do aluno, 9)

As questões são: “Qual era a hipótese de Urey e Miller?”; “Identifique as fórmulas moleculares dos compostos utilizados como reagentes e relacione-as com a composição das substâncias orgânicas que formam os seres vivos.”; “Os resultados confirmaram a hipótese dos pesquisadores? Justifique.”; “Qual é a outra teoria sobre a origem da vida citada no texto? Apresente um argumento favorável e um contrário a essa teoria.” e “As ideias de Urey e Miller sobre a origem da vida confirmam ou refutam as ideias de Oparin?”.²⁶⁵

Espera-se que a partir do que foi discutido nos capítulos 1 e 2 desta dissertação, que os alunos façam a ligação entre a teoria de Oparin e o

²⁶⁴São Paulo, 9.

²⁶⁵São Paulo, 10.

experimento de Urey e Miller, afirmando que ambos testaram a hipótese do soviético, sendo assim a primeira questão deve ser respondida com base nessa informação; entendam que a panspermia não é uma teoria elaborada em estudos recentes da Nasa; e que, por fim, Urey e Miller, na época em que realizaram os experimentos, comprovaram a possibilidade da vida ter surgido como proposto por Oparin, porém sempre existiram ideias contrárias às dele.

Para o professor essa é uma tarefa difícil partindo do princípio que o aluno não chegará a essas respostas sozinho, mesmo que recorra ao livro didático, pois como vimos anteriormente, esse material não aborda o conteúdo de origem da vida. Caso o professor não prepare um material que auxilie nessa atividade o aluno terá conhecimento inadequado sobre o assunto.

Somente no final da atividade é que os autores questionam os alunos sobre as evidências do surgimento da vida na Terra.²⁶⁶ Nesse momento é importante que o professor deixe claro para o aluno, que teoria não significa comprovação, ela é aceita por cientistas por estar embasada em evidências.

Os próximos textos são para os alunos entenderem a importância dos fósseis no estudo da origem e da evolução da vida. Nessas leituras o aluno começa a ter contato com a ideia do ambiente como fator limitante e as possíveis estratégias de sobrevivência, no entanto os autores ainda não mencionam a evolução biológica.²⁶⁷

Após a leitura dos textos os alunos terão que lidar com a comparação de imagens de fósseis, que consideram ser dos primeiros seres vivos, com as formas de vida atuais. Por fim, apresenta um gráfico que representa a origem da vida heterotrófica, visão defendida pelos autores. Fica muito clara essa visão,

²⁶⁶São Paulo, 10.

²⁶⁷Ibid., 11.

pois apenas na correção de um dos exercícios, no gabarito, os autores comentam sobre a origem autotrófica e a colocam como algo recente.

A parte relacionada ao estudo de fósseis e sua importância como evidências para o estudo da origem das espécies é interessante e bastante dinâmica, pois o aluno precisa ler imagens e textos realizando comparações, o que torna a atividade um desafio.

Infelizmente, os materiais analisados, não seguem as orientações dos documentos educacionais aos quais nos referimos no início deste capítulo. Sem uso adequado da história da ciência, temos informações superficiais e algumas delas, equivocadas.

Evidenciamos que para escrever um material didático ou planejar uma aula à luz da história da ciência os interessados devem buscar formação e informação adequada, pois apesar dos documentos educacionais considerarem o uso dessa área do conhecimento, eles não apresentam discussões ou sugestões para aplicação em sala de aula.²⁶⁸

Materiais didáticos mal elaborados e professores com formação superficial resultam em visões distorcidas sobre história da ciência, o mais grave é que multiplicam isso no ensino.

Consideramos necessário que haja interação entre os historiadores da ciência e os interessados em aplicar a história da ciência no ensino, para que haja formação adequada e materiais didáticos que estejam de acordo com as propostas historiográficas atuais.

Com isso, os próprios professores serão capazes de elaborar sequências didáticas que utilizem a história da ciência como mediadora do

²⁶⁸ Trindade, Rodrigues, Saito & Beltran. "História da ciência e ensino", 131.

ensino, atingindo assim, o objetivo de trazer essa área do conhecimento para sala de aula de modo que contribuía significativamente para a aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Oparin em seu artigo de 1924 não escreveu sobre o materialismo dialético, no entanto, após a revolução de 1917, essa filosofia foi ganhando espaço e consolidou como a filosofia fundante da União Soviética. Provavelmente o bioquímico só viu a possibilidade de apresentar o materialismo dialético como base de sua teoria quando escreveu seu livro em 1936.

Termos como evolução química, transformação da qualidade em quantidade ou salto qualitativo, unidade dialética do organismo, fazem com que verifiquemos o materialismo dialético contribuindo para a construção de teoria da origem da vida proposta por Oparin.

Oparin fundamentou sua teoria não só no materialismo dialético, mas também, se apoiou no darwinismo para elaborá-la. Com isso, foi capaz de sustentar sua oposição à teoria da geração espontânea, que defendia ser uma visão ingênua da origem da vida. Difundiu a ideia, de que essa teoria teria sido refutada por Pasteur.

Segundo Oparin, graças aos “progressos da moderna ciência da natureza” sabemos que a vida só poderia ter sido gerada abiogeneticamente e que isso derrubou os argumentos idealistas, metafísicos e a ciência imperialista da União Soviética.²⁶⁹

Oparin entendia a geração espontânea somente como a possibilidade dos seres vivos surgirem da animação da matéria orgânica inerte, por uma força espiritual ou pelo Criador²⁷⁰. Para Oparin, a religião cristã e as demais religiões

²⁶⁹ Oparin, 103.

²⁷⁰ Ibid., 11.

ainda acreditavam que os seres vivos surgiram espontaneamente, pelo fato de não aceitarem a evolução, isto é, não concordavam que a matéria fosse capaz de se transformar. Oparin criticou o vitalismo e o idealismo para defender a transformação da matéria e que a vida é material e que ela não necessitava de explicações sobrenaturais para existir.

Assim, Oparin não considerou que após a transformação química da matéria orgânica, que ele descreveu como parte da evolução química, o salto qualitativo que deu origem a vida fosse algo espontâneo, isto é, que a vida pudesse nesse momento ter sido originada espontaneamente. Ela viria em decorrência de sucessivas mudanças quantitativas e da observação de condições que possibilitariam aquela mudança de qualidade da matéria inerte para a matéria viva.

Outro ponto importante discutido nesta dissertação é a análise do material didático utilizado no terceiro ano do Ensino Médio das escolas públicas do estado de São Paulo, o caderno do aluno e o caderno do professor.

Verificamos após analisarmos o material que a teoria de Oparin é apresentada de forma superficial, frente a outras explicações de como a vida se originou. Expõe-se uma visão linear da ciência, além de passar a ideia de progresso e continuidade. Isso é visível quando é apresentado o experimento de Urey-Miller como algo independente da teoria de Oparin.

Quanto à explicação religiosa, pede-se apenas que se respeite essa visão da origem da vida, porém evita-se uma discussão mais aprofundada. O que é válido, pois se o professor não estiver preparado para refletir sobre ciência e

religião com o aluno, isso resultará em uma aula polêmica e que em muitas vezes pode ser improdutiva.

Caso o professor queira elaborar um material de apoio para apresentar as discussões que envolveram o tema central e até mesmo, outras teorias da origem da vida, ele deverá fazer uma pesquisa bastante cuidadosa e minuciosa em outros materiais, pois ele não encontrará no caderno do professor, orientações que o auxiliem nessa tarefa.

Por mais que as orientações do currículo do Estado de São Paulo proponham o uso da história da ciência no ensino, não há sugestões de como fazer e nem em quais materiais os professores podem se basear para estudar e refletir sobre essa questão.

O professor tem em mãos os textos que estão no caderno do aluno ou em livros didáticos, que desconsideram o contexto histórico no qual um determinado conhecimento foi construído, as discussões em que estava envolvido e a sua complexidade.

A teoria de Oparin é apresentada, como em muitos outros materiais didáticos como teoria de Oparin-Haldane, elas apresentam semelhanças, porém possuem muitas diferenças e Urey e Miller testaram apenas as hipóteses levantadas por Oparin, essa informação não é mencionada no material.

Vale ressaltar, que não pretendemos que os materiais didáticos passem a ser livros de história da ciência, porém se essa área do conhecimento for tida como uma mediadora da aprendizagem, deve ser utilizada de forma adequada e por quem possui o mínimo de conhecimento para isso.

Consideramos que a situação de aprendizagem 1 do caderno do aluno e elaborado e utilizado nas escolas da SEESP não apresenta consonância com os objetivos propostos tanto pelos PCNs quanto pelo currículo do Estado de São Paulo que ressaltam a mediação da história da ciência. Algumas orientações do caderno do professor motivam a discussão sobre outras teorias propostas sobre a origem da vida, mas de uma forma bastante superficial.

Vimos com isso a necessidade de que autores busquem formação específica em história da ciência para utilizá-la na elaboração de seus materiais didáticos para que estes estejam de acordo com os PCNs. Não adianta apontar a importância da história da ciência no ensino e não mostrar como utilizá-la para que a aprendizagem seja satisfatória.

Essa situação pode mudar com estudos aprofundados em materiais que apresentem perspectivas historiográficas atuais e que contribuam para a elaboração de situações de aprendizagem ou sequências didáticas que realmente surtam efeito positivo na aprendizagem. Com isso, teremos a história da ciência como mediadora da aprendizagem auxiliando na elaboração do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A. N. Bach Institute of Biochemistry, "History of institute", <http://www.inbi.ras.ru/english/history.html> (acessado em 18 de março de 2015).
- Adams, Mark B. "A. I. Oparin", In *Dicionário de Biografia Científica*, vol. 3. 2065-7. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.
- Alfonso-Goldfarb, Ana M. *O que é história da ciência*. Coleção primeiros passos. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- _____, M. H. M. Ferraz & M. H. R. Beltran "A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma rota cheia de percalços." In *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*, org. Ana M. AlfonsoGoldfarb, & Maria H. R. Beltran, 49-73. São Paulo: Educ; Fapesp; Comped; Inep, 2004.
- _____. "Centenário Simão Mathias: Documentos, Métodos e Identidade da História da Ciência". *Circumscribere* 4 (2008): 5-9.
- _____. "Como se daria a construção de áreas interface do saber?". *Kairós* 6 (2003): 55-66.
- _____, Márcia H.M. Ferraz & Patrícia Aceves. "Uma 'viagem' entre fontes e documentos." *Circumscribere* 12 (2012): 5-8.
- Araujo, Roberto. "A Controvérsia da Geração Espontânea no Século XIX: Bastian versus Pasteur. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005.
- Beltran, Maria Helena Roxo. "História da Ciência e Ensino: Algumas considerações sobre a Construção de Interfaces." In: *Ensino de Ciências e Matemática*, org. G. P. Witter & R. Fujiwara, 179-208. São Paulo: Ateliê Editorial, 2009.
- _____. Carlos E. Ortiz, Sabrina P. Rodrigues. "História da Ciência em Sala de aula – Propostas para o ensino das Teorias da Evolução". *História da Ciência e ensino* 4 (2011): 49-61.
- _____. "História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares". *Abakós*, v. 1, n. 2, (2013): 71 – 82.

- _____, Fumikazu Saito, Laís S. P. Trindade. *História da Ciência e Ensino para a Formação de Professores*. São Paulo: Livraria da Física Capes/Obeduc, 2014.
- Bernal, J. D. "Origin of life on this Earth." *Marxism Today* (1957): 50-7, <http://www.unz.org/Pub/MarxismToday-1957nov-00050> (acessado em 12 de julho de 2015).
- _____. *The origin of life*. London: Weidenfeld and Nicolson, 1967.
- Bowler, Peter J. *Evolution: The history of an idea*. California: University of California. (1989) <https://books.google.com.br/books?id=e2b5B0po8fwC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false> (acessado em 10 de abril de 2015).
- Branco, Pércio de Moraes. *Dicionário de mineralogia e gemologia*. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- Brasil. MEC. SEMTEC. "Parâmetros Curriculares Nacionais". Parte III. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000.
- _____. "Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas" MEC. (2001) <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf> (acessado em 05 de setembro de 2015).
- _____. *PCN+ Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- _____. "Programa Nacional do Livro Didático". <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-funcionamento> (acessado em 05 de setembro de 2015).
- Evanston Public Library Board of Trustees. "Evanston Public Library Strategic Plan, 2000–2010: A Decade of Outreach." Evanston Public Library. <http://www.epl.org/library/strategic-plan-00.html> (acessado em 10 de junho de 2015).

- Burma, D. P. *History of Science, Philosophy and culture in Indian Civilization*. Ed. D. P. Chattopadhyaya. Vol. 23, parte 2. Nova Deli: Centre for studies in civilizations, 2011.
- Darwin, Charles. *The Origin of Species*. London: Collector's Library, 2004.
- Dose, Klaus. "Evolução molecular e protobiologia: — Uma panorâmica". <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/540/article/3000174/pdf> (acessado em 05 de julho de 2015)
- Encyclopedia britannica, "Aleksandr Oparin Aleksandr Ivanovich Oparin for Sidney W. Fox. *Encyclopedia britannica* <http://global.britannica.com/EBchecked/topic/429565/Aleksandr-Oparin> (acessado em 10 de março de 2015).
- Engels, Friederich. *Anti-Dühring*. (1878) <https://www.marxists.org/portugues/marx/1877/antiduhring/index.htm> (acessado em 18 de dezembro de 2014).
- _____. *A dialética da natureza*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.
- Pagel, Walter. *Paracelsus: An Introduction to Philosophical Medicine in the Era of Renaissance*. 2ª ed. Basel: Karger, 1982.
- Fataliev, K. H. *O materialismo dialético e as ciências da natureza*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966.
- Farley, John. *The spontaneous generation controversy from Descartes to Oparin*. London: The Johns Hopkins University Press Ltd, 1977.
- _____. "Philosophical and historical aspects of the origin of life". *Treb. Soc. Cal. Biol.* 39 (1986): 37-47.
- Fry, Iris. "The origins of research into the origins of life", *Endeavour* Vol. 30.1 (2006): 24-7.
- _____. "The role of natural selection in the origin of life." *Origins of Life and Evolution of Biospheres* 41.1 (2011): 3-16.
- Gladilin, K. L. "A. I. Oparin: life in science" *Biochemistry of the 21st Century: Problems and Frontiers* (1995): 41-8,

<http://www.inbi.ras.ru/history/oparin/sketches%20to%20a%20portrait%20of%20oparin%20-%20100.pdf> (acessado em 22 de janeiro de 2015).

Graham, Loren R. *Science and philosophy in the Soviet Union*. Nova Iorque: Alfred Knopf, 1972.

_____. *Science in Russia and the Soviet Union: A short history*. New York, Cambridge University Press, 1994.

Hyman, Tony. Brangwynne, Cliff. "In Retrospect: The Origin of Life. Clifford P. Brangwynne and Anthony A. Hyman celebrate the first book to plausibly suggest how life began." *Nature* 491 (2012): 524-5, <http://www.readcube.com/articles/10.1038%2F491524a> (acessado em 10 de março de 2015).

Huxley, Thomas Henry. "Biogenesis and abiogenesis", *Nature*, vol. 2 (1870) 400-6, https://books.google.com/books/about/Evolution_and_the_Spontaneous_Generation.html?id=OMcv_PTqc2EC

Jorge, M. T. S. "O ensino de ciência na problemática da contradição ou coexistência entre ciência e religião". Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

Kamminga, Harmke. "Theory construction in biology the case of the origin of life". http://rcin.org.pl/Content/49616/WA004_67523_P91135_Kamminga-Theory-cons_o.pdf (acessado em 05 de julho de 2015)

Kursanov, A. L. "Sketches to a portrait of a. I. Oparin" *Biochemistry of the 21st Century: Problems and Frontiers* (1995): 3-12, <http://www.inbi.ras.ru/history/oparin/sketches%20to%20a%20portrait%20of%20oparin%20-%20100.pdf> (acessado em 22 de janeiro de 2015).

Lazcano, Antonio. "Historical Development of Origins Research" *Advance* (2010) <http://cshperspectives.cshlp.org/content/2/11/a002089.full> (acessado em 01 de maio de 2014).

Luchinskaya, Daria. Olena Ovchynnikova. "The Bologna Process Policy Implementation in Russia and Ukraine: similarities and differences" *European Educational Research Journal* Vol. 10.21 (2011)

- Maia, Hernâni. L. S. & Ilda V. R. Dias. *A Origem da Vida: Recentes Contribuições para um Modelo Científico*. 19-42. São Paulo: Editora da Física, 2012.
- Marques, Deividi Marcio. "Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência". *História da Ciência e ensino* 11 (2015): 1-17.
- Martin, Eric Collin. "Examining life's origins: history and epistemic principles in the search for the origins of life." Tese de doutorado, University of California, San Diego, 2010.
- Martins, Lilian Al-Chhueyr Pereira. "Aristóteles e a Geração Espontânea." *Cadernos de História e filosofia da ciência* [série 2] 2 (2): 213, 1990, <http://www.ghhc.usp.br/server/pdf/lacpm-02.pdf> (acessado em 01 de maio de 2014).
- _____. "Pasteur e a Geração Espontânea: uma História Equivocada". In *Filosofia e História da Biologia*, org. Lilian Al-Chhueyr Pereira Martins & Maria Elice Brzezinski, 65-100. Rio de Janeiro: Booklink, 2009.
- Martins, Roberto A. "Sobre o papel da história da ciência no ensino". *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência* 9 (1990): 3-5.
- Miller, Stanley L., Schopf, J. William & Lazcano, Antonio. "Oparin's Origin of life: Sixty years later". *Journal of Molecular Evolution* (1997): 351-3, <http://www.torjah.org/articles/miller-1997.pdf> (acessado em 10 de março de 2015).
- Moraes, Camile Barbosa & Mário Cézar Amorim de Oliveira, "O ensino de origem da vida em periódicos e eventos da área de ensino de ciências e biologia". In *V Encontro Regional de Ensino de Biologia do Nordeste* <http://www.sbenbio.org.br/verebione/docs/30.pdf> (acessado em 18 de novembro de 2015).
- Negretti, Carlos. "As relações entre as concepções da natureza de F. Engels e a hipótese de A. I. Oparin sobre o problema da origem da vida" Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
- Neuber, Carl. "History of biochemistry." *Bull Indian Inst Hist Med Hyderabad*. (2004):75-86.
- Oliveira, M. C. A. "Aspectos da pesquisa acadêmica brasileira sobre o ensino dos temas 'origem da vida' e 'evolução biológica'." Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

- Oparin, A. I. *The Origin of life*. (1924)
<http://www.valencia.edu/~orilife/textos/The%20Origin%20of%20Life.pdf>.
 (acessado em 10 de dezembro de 2015).
- _____. *Origin of life*. New York, Dover Publications, Inc., 1953.
- _____. *The Origin of Life on The Earth*. (1957)
<https://archive.org/stream/originoflifeonea00opar#page/n0/mode/1up>
 (acessado em 10 de janeiro de 2015).
- _____. "The Origin of Life" In Bernal, J. D., *The Origin of life* London, The Windenfield and Nicholson, 1967, 190-234.
- _____. *A Origem da vida*. Trad. Ernesto Luiz Maia. 9ª edição. São Paulo: Global Editora, 1989.
- _____. *El origen de la vida*. Trad. Domingo Orozco. Lima: Ediciones San Santiago S. R. L., 2006.
- Orgel, Leslie E. *As origens da vida: Moléculas e seleção natural*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1985.
- Peretó, Juli. "Controversies on the origin of life." *International Microbiology* (2005): 23-31, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15906258> (acessado em 10 de março de 2015).
- Ponnamperuma, Cyril. "The origin of life: From Oparin to the present" *Biochemistry of the 21st Century: Problems and Frontiers* (1995): 13-17, <http://www.inbi.ras.ru/history/oparin/sketches%20to%20a%20portrait%20of%20oparin%20-%20100.pdf> (acessado em 22 de janeiro de 2015).
- Regner, Anna Carolina K. P. "A teoria darwiniana da seleção natural sem a leitura de Malthus". In *Filosofia e história da ciência no cone sul*, eds. Martins, R. A. & Martins, L. A. C. & Silva, C. C. & Ferreira, J. M. H., 47-63. Campinas: AFHIC, 2004.
- Revolutionary Russia. "Changes in Education Ideology and format." In *Boston University*. <http://sites.bu.edu/revolutionaryrussia/student-research/griffin-monahan/> (acessado em 20 de setembro de 2015).
- Rodrigues, Sabrina Páscoli. "O microrganismo no trabalho de Pasteur: estudos sobre fermentação e putrefação." Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2014.

- _____. *Louis Pasteur da química à microbiologia*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.
- Rogers, James Allen. "Russian Opposition to Darwinism in the Nineteenth Century". *Isis*, Vol. 65, No. 4 (1974), <http://www.jstor.org/stable/229337> (acessado em: 16 de setembro de 2015).
- Saito, Fumikazu. "História da Ciência e Ensino: em busca de diálogo entre historiadores da ciência e educadores". *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces*, v. 1, São Paulo (2010): 1-6.
- Schopf, J. W. "Human history and evolution: from Darwin to my students". *Biochemistry of the 21st Century: Problems and Frontiers* (1995): 19-22, <http://www.inbi.ras.ru/history/oparin/sketches%20to%20a%20portrait%20of%20oparin%20-%20100.pdf> (acessado em 22 de janeiro de 2015).
- São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. *Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias / Secretaria da Educação*. São Paulo: SEE, 2010.
- São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. *Caderno do professor; biologia; 3ª série do Ensino Médio*. Volume 2. São Paulo: SEE, 2014-17.
- São Paulo (Estado) Secretaria da Educação. *Caderno do aluno; biologia; 3ª série do Ensino Médio*. Volume 2. São Paulo: SEE, 2014-2017.
- Strick, James Edgard. *Evolution and the Spontaneous Generation: Debate*, vol. 6. Bristol; Sterling, VA: Thoemmes, 2001.
- Todes, Daniel P. "Darwin without Malthus. The struggle for existence in Russian evolutionary thought". http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic165228.files/Darwin/Darwin_Russia.pdf (acessado em: 02 de setembro de 2015)
- Trindade, Laís S. P., S. P. Rodrigues, F. Saito & M. H. R. Beltran. "História da ciência e ensino: alguns desafios" In *História da ciência: Tópicos atuais*. Org. M. H. R. Beltran, F. Saito & Laís S. P. Trindade, 119-32. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.
- Universidade de Berkley, "Thomas Henry Huxley." <http://www.ucmp.berkeley.edu/history/thuxley.html> (acessado em 10 de junho de 2005).
- Vidal, Paulo Henrique. Porto, Paulo Alves. "Algumas contribuições do episódio histórico da síntese artificial da ureia para o ensino de química". *História da Ciência e ensino*, v.4 (2011) <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino>

- /article/view/6013 (acessado em 23 de agosto de 2015).
- Vucinich, Alexander. *Darwin in Russian Thought*. (1989)
<http://publishing.cdlib.org/ucpressebooks/view?docId=ft5290063h&brand=ucpress>.
- Waisse-Priven, Silvia. d&D: Duplo dilema: *du Bois-Reymond e Driesch*, ou a vitalidade do vitalismo. São Paulo: FAPESP; EDUC, 2009.
- Wilkins, John S. "*Spontaneous Generation and the Origin of Life*".
<http://www.talkorigins.org/faqs/abioprob/spontaneous-generation.html>
(acessado em 15 de julho de 2015)
- Yockey, Hubert P. *Information theory, evolution, and the origin of life*. Nova Yorque: Cambridge University Press, 2005.
- Zaia, Cássia T. B. V & Dimas Zaia. "Algumas controvérsias sobre a origem da vida". *Química Nova*, vol. 31.6 (2008), 1599-1602. (acessado em: 28 de outubro de 2015).
- Zaia, Dimas A. M. "A origem da vida e a química prebiótica". *Seminário: Ciências Exatas e Tecnológicas* (2004): 3-8,
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/1555/1306>
(acessado em 10 de novembro de 2014).