

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

José Luís Schifino Ferraro

**A BIOLOGIA E O DISCURSO SOBRE A VIDA:  
aproximações acerca do *conceito de vida* em livros didáticos.**

Prof. Dr. Marcos Villela Pereira

**ORIENTADOR**

Porto Alegre

2011

**José Luís Schifino Ferraro**

**A BIOLOGIA E O DISCURSO SOBRE A VIDA:  
aproximações acerca do *conceito de vida* em livros didáticos.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Professor Doutor Marcos Villela Pereira.

Porto Alegre

2011

F376b Ferraro, José Luís Schifino

A biologia e o discurso sobre a vida: aproximações acerca do conceito de vida em livros didáticos. / José Luís Schifino Ferraro. – Porto Alegre, 2011.  
190 f.

Tese (Doutorado) – PUCRS, Faculdade de Educação,  
Programa de Pós-Graduação em Educação

Orientador: Prof. Dr. Marcos Villela Pereira.

1. Educação. 2. Livros Didáticos. 3. Ciências Biológicas - Ensino. 4. Vida - Origem. I. Ferraro, José Luís Schifino. II. Pereira, Marcos Villela. III. Título.

CDD 371.32

**Bibliotecária Responsável:  
Elisete Sales de Souza, CRB 10/1441**

JOSÉ LUÍS SCHIFINO FERRARO

**A BIOLOGIA E O DISCURSO SOBRE A VIDA:  
aproximações acerca do *conceito de vida* em livros didáticos.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Professor Doutor Marcos Villela Pereira.

Aprovada em: 22 de dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Marcos Villela Pereira (PUCRS - orientador)

---

Profa. Dra. Paula Corrêa Henning (FURG)

---

Profa. Dra. Nadja Mara Amilibia Hermann (PUCRS)

---

Prof. Dr. Carlos Alexandre Sanchez Ferreira (PUCRS)

---

Prof. Dr. Emílio Antônio Jeckel Neto (PUCRS)

Porto Alegre  
2011

Dedico a presente tese a meus pais Leonardo Mario Ferraro e Concetta Schifino Ferraro. Meu pai, meu eterno exemplo de homem justo, culto e erudito. Minha mãe, meu exemplo de dedicação e amor à família e ao trabalho. Pessoas às quais inegavelmente devo tudo aquilo que sou.

Este trabalho também é dedicado a todos os professores de Biologia que, assim como eu, amam ensinar e se dedicam àquilo que amam.

A Marícia, com carinho.

## **AGRADECIMENTOS:**

A toda minha família, pelo amor e cuidado. Por todos os momentos felizes que, juntos, temos tido a oportunidade de compartilhar.

Ao Marcos, meu orientador-amigo, meu amigo-orientador.

À CAPES, pela bolsa de estudos.

*“A vida não constitui um limiar manifesto a partir do qual formas inteiramente novas do saber são requeridas. Ela é uma categoria de classificação, relativa, como todas as outras submetidas a certas imprecisões desde que se trate de fixar-lhe as fronteiras”.*

Michel Foucault.

## RESUMO

Este trabalho nasceu da necessidade de questionar o objeto da Biologia: a vida. O discurso sobre a vida que emana da Biologia, mas que é confundido com a possibilidade de um conceito para a vida. Ocorre que, para que se possa compreender “que vida é essa, a da Biologia?”, é preciso compreender o movimento de organização das Ciências Biológicas e suas distintas perspectivas em torno de diferentes formas de vida, dos vivos, como ciências de sustentação da Biologia, ou, do discurso da vida apregoado pela Biologia. Nesse sentido, se percebe não apenas a distinção entre os termos “Ciências Biológicas” e “Biologia”, mas também o tipo de relação que decorre da organização daquelas, na tentativa de construção de um estatuto do saber unificado, próprio e único desta - para esta. O que está colocado nas linhas que seguem é um inventário sobre o modo como o discurso sobre a vida aparece referenciado nos livros didáticos de Biologia utilizados por escolas da rede particular de ensino de Porto Alegre, RS, Brasil, entre os anos de 2000 e 2010. São realizadas comparações, observações e ponderações sobre como a vida e os vivos são apresentados e trabalhados por estes livros no que tange ao estudo das “características dos seres vivos” e das teorias que versam sobre a “origem da vida”. Em torno de um “discurso sobre a vida”, a Biologia faz surgir o vivo não como conceito, unívoco e abstrato, mas como categoria flexível, de classificação cujos limites têm possibilidade de ampliação desse campo discursivo e das suas relações quanto mais, se conheçam formas de vida, os vivos e suas singularidades. É esse o movimento que faz uma ciência como a Biologia não se esgotar e que garante a perpetuação de um discurso sobre a vida, dotado de certa plasticidade que acaba por garantir sua constante acomodação no espaço entre os limites pré-fixados dos critérios artificiais de classificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação, Biologia, Ciências Biológicas, Discurso sobre a vida, Livro didático.



## ABSTRACT

This work originates from the need to question the aim of Biology: the life. The discourse on life that emanates from Biology but being confounded with the possibility of a concept for life. It occurs, that to understand “what kind of life is that of Biology?”, it is necessary to understand the organization movement of Biological Science and their distinctive outlooks about the several forms of life, of living creatures, as a sustenance science of Biology, or of the life discourse proclaimed by Biology. Therein, one may perceive not only the difference between the terms “Biological Science” and “Biology”, but also the kind of connection that results from the organization of them, in the endeavour of building a statute of the unified knowledge, proper and unique from and for this one. What is placed in the next lines is an inventory about the mode how the discourse about life appears referenced in the Biology schoolbooks utilized in the private schools of Porto Alegre, RS, Brazil, between the years 2000 and 2010. Comparisons, observations and ponderations about how life and the living creatures are presented and worked in these books in reference to study of the “characteristics of living creatures” and the theories which treat of the “life’s origin”. Around a “discourse on life”, Biology makes living arise not a concept, univocal and abstract, but as a flexible category, of classification whose limits have possibility of enlargement of that discursive field and of their connections the more forms of life are been known, the living creatures and their singularities. That is the motion that makes a science like Biology not to exhaust and which warrants the perpetuation of a discourse on life, endowed with a certain plasticity which ends by to warrant its constant accommodation in the space among the prefixed limits of the artificial criterions of classification.

**KEYWORDS:** Education; Biology; Biological Science; Discourse on life; Schoolbooks.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Cladograma do Reino Vegetal	21
Figura 2 – Modelo de interação entre as ciências	25
Figura 3 – Do <i>Big Bang</i> à época atual	76
Figura 4 – Representação da Abiogênese	86
Figura 5 – Representação da abiogênese	87
Figura 6 - Experimento de Redi	92
Figura 7 - Experimento de Redi	97
Figura 8 – Pasteur e o vidro com “pescoço de cisne”	98
Figura 9 – Eventos da Terra primitiva	111
Figura 10 – Experimento de Miller	114
Figura 11 – Miller e seu experimento	114
Figura 12 – Do mundo “RNA” ao mundo “DNA”	117
Figura 13 – Ribozimas: um RNA catalisador	119
Figura 14 – Gráficos da composição química de seres vivos e não-vivos	141
Figura 15 – Representação de como os príons modificam proteínas	143
Figura 16 – Modelo espacial e fórmulas das moléculas	149
Figura 17 – Modelos espaciais e fórmulas de moléculas orgânicas	150
Figura 18 – Esquema da respiração celular aeróbica	151
Figura 19 – Representação esquemática dos processos metabólicos	152
Figura 20 – Representação esquemática da fotossíntese	153
Figura 21 – Representação da divisão binária em amebas	154
Figura 22 – Reprodução humana	155
Figura 23 – Efeito das mutações sobre os seres vivos	156
Figura 24 – Tabela das características dos seres vivos	157
Figura 25 – Gráfica da composição molecular de uma célula animal	159
Figura 26 – A molécula de água representada de diferentes maneiras	159
Figura 27 – Fotos para ilustrar o conceito de hereditariedade	161
Figura 28 – Relação entre altura média e idade de meninos e meninas	162
Figura 29 – Tipos celulares: procariontes e eucariontes	163
Figura 30 – Representação do ciclo de vida na espécie humana	164

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 – Grupos de vegetais: presença ou ausência de características</b>	<b>21</b>
<b>Tabela 2 – Relação dos livros didáticos analisados</b>	<b>49</b>
<b>Tabela 3 – Teorias sobre a origem da vida nos livros didáticos de Biologia</b>	<b>70</b>
<b>Tabela 4 – A teoria do <i>Big Bang</i> nos livros didáticos de Biologia</b>	<b>71</b>
<b>Tabela 5 – Características dos seres nos livros didáticos de Biologia</b>	<b>134</b>

# SUMÁRIO

PARTE I .....	12
PERCEPÇÕES, CONSIDERAÇÕES E DELIMITAÇÕES NECESSÁRIAS. ....	12
1 A primeira aula de Biologia. ....	13
2 Um conselho de classe.....	15
3 Biologia: a ciência da vida ou do vivo? .....	19
4 A vida e o vivo nos livros didáticos de Biologia: introduzindo a discussão. ....	26
5 Os limites da vida.....	28
6 A vida que se ensina: algumas considerações sobre o discurso do conceito de vida nos livros didáticos de Ciências Naturais e Biologia. ....	38
PARTE II .....	47
TESE E METODOLOGIA DA PESQUISA.....	47
7 Um modo de fazer. ....	48
PARTE III .....	52
ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA .....	52
8 Sobre os livros didáticos: considerações e percepções. ....	53
9 O conceito de vida nos capítulos introdutórios dos livros didáticos de Biologia..	57
10 A origem da vida: a compreensão do vivo nas teorias que postulam o surgimento da primeira forma de vida nos textos que integram os livros didáticos de Biologia.	65
11 O texto introdutório dos capítulos sobre a origem da vida.....	69
12 A teoria do <i>Big Bang</i> nos livros didáticos de Biologia.....	72
12.1 O papel do ambiente e sua influência sobre as formas de vida.....	72
12.2 A teoria do <i>Big Bang</i> e sua contribuição para a compreensão do surgimento das primeiras formas de vida nos livros didáticos de Biologia. ....	75
12.3 A teoria criacionista.....	80
12.4 Abiogênese ou Geração Espontânea. ....	85
12.5 Biogênese: a vida originando a vida. ....	95
12.6 O que Pasteur tornou possível. ....	100
12.7 A Teoria da Evolução Química.....	103
12.8 O experimento de Miller e Urey.....	113
12.9 O "Mundo de RNA". ....	116
12.10 A panspermia cósmica. ....	121
13 As características dos seres vivos de acordo com os livros didáticos de Biologia: o conceito de vida pautado pelo entendimento do que é vivo. ....	125

14 As características dos seres vivos conforme apresentadas pelos livros didáticos de Biologia: considerações e ponderações necessárias.....	129
15 A relação entre as teorias de origem da vida e as características dos seres vivos apresentadas pelos livros didáticos.....	169
16 A perspectiva bioquímica de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.....	170
17 A perspectiva fisiológica de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.....	172
19 A perspectiva genética de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.....	173
20 A perspectiva evolutiva de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.....	175
21 A perspectiva ecológica de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.....	177
PARTE IV.....	179
CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES E PONDERAÇÕES FINAIS.....	179
22 Sobre esta tese e suas reverberações.....	180
REFERÊNCIAS.....	188
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	190

**PARTE I**

**PERCEPÇÕES, CONSIDERAÇÕES E DELIMITAÇÕES NECESSÁRIAS.**

## **1 A primeira aula de Biologia.**

Mil novecentos e noventa e sete. Lá se vão aproximadamente quatorze anos. E posso afirmar que de lá para cá todos os primeiros dias de aula do ano letivo são quase iguais, não deixei de viver a escola. Se antes como aluno, estudante de uma instituição particular de ensino, agora como professor.

O que eu me lembro dos primeiros dias de aula? De pronto me vem à cabeça: nervosismo, curiosidade e apreensão. Nesse momento, apenas por relembrar a tão esperada volta das férias de minha época como aluno, sinto-me novamente tomado por essas sensações. É como se eu entrasse outra vez na minha própria história querendo traduzir em palavras (mesmo ciente dessa impossibilidade) exatamente aquilo que os acontecimentos que aqui se seguem significaram para mim.

Tumulto em frente à porta das salas da primeira série do então segundo grau (hoje ensino médio). O corredor dos primeiros anos estava tomado por velhos e novos conhecidos. Todos amontoados, inclusive eu, tentando descobrir em qual das listas (que se encontravam fixadas nas portas das cinco turmas) estava o seu nome. Nos primeiros dias de aula, ela nunca começava no horário, geralmente a primeira meia hora era para matar a saudade nesse gostoso reencontro e especular como seria o ano, a turma nova, os professores novos etc. Oito em ponto, toca o sinal, alguns entram outros permanecem junto à entrada da sala do lado de fora, esperando a chegada do professor.

Confesso que não vi bem o momento certo dessa chegada. Quando dei por mim ele já havia adentrado alguns metros da sala. Era um homem alto, de bigode, nem gordo e nem magro, com um sorriso no rosto. Foi entrando e dando bom-dia. Todos de prontidão tomaram seus lugares e de repente um silêncio carregado de expectativa do primeiro dia de aula, se instaurou no ambiente. Lá fora também não havia mais ruído algum, as demais turmas já estavam também em suas respectivas salas.

Ele vai até sua mesa. Durante o trajeto, da porta à mesa e acompanhado pelo olhar da maioria de nós, arruma meticulosamente seu material, abre a caixa de giz e vai até o quadro verde. Mal se ouve o barulho do atrito do giz com o quadro, onde ele escreve seu nome e a disciplina que irá ministrar, e começa o movimento do folhar dos cadernos novos e dos fechos de pastas e estojos abrindo para as primeiras anotações (preciso confessar que ainda hoje uma das melhores e mais

prazerosas sensações que tenho é inaugurar um caderno novo). Ele se apresenta. É professor de Biologia.

A aula inicia quando ele se vira para a turma e pergunta: - Alguém sabe o que é, ou o que significa o termo, Biologia? E o silêncio continuava. Nunca vou saber se alguém realmente sabia ou se estávamos intimidados com a presença daquela figura nova. Afinal todas as professoras de Ciências tinham sido mulheres, talvez isso tenha contribuído. Não houve resposta. Ele se dirigiu novamente ao quadro e decompôs a palavra exatamente assim: *bio=vida/ logia= ciência*. Nesse momento um colega diz: - É a ciência que estuda a vida. Ele faz um gesto de aprovação apenas com a cabeça e com um sorriso e retruca: - E então, o que é a vida?

Mais silêncio. Agora só por alguns segundos e de repente começam a se ouvir as vozes: vida é o que se mexe, o que respira. Outro completa: vida é o que come, que nasce, cresce e morre. De repente alguém lembra e diz: “que se reproduz”, uma colega lembra “a célula é viva”. Logo outras atribuições, que não características inerentes aos seres vivos, começam a aparecer: trabalho, família, “viver junto em comunidade”, etc. ao mesmo tempo em que tudo isso ia sendo dito, o professor ia colocando no quadro e nós íamos copiando.

Não me lembro de ter falado nada, apenas prestado atenção. Mas nesse ínterim ia pensando: como seria possível estudar uma coisa que parecia ser tão “ampla”? E, de repente, ele se volta para nós e fala de maneira muito segura e taxativa: - Todos estão certos, pois vida é tudo isso que vocês me falaram aqui na aula. E o meu pensamento prosseguia: se vida é tudo isso que está registrado no quadro, se ele cobrar o conceito de vida em uma avaliação vai dar certo para todos ou vai dar um “certo inteiro” para quem colocar a resposta mais completa e descontar daqueles que não colocarem tantos exemplos de “vida”. Ato contínuo, cheguei à conclusão de que era impossível alguém errar totalmente essa questão ou ainda que talvez fosse impossível alguém conseguir conceituar a vida, acertando totalmente essa questão ou ainda: pelo fato de não haver resposta única, só seria possível tomar o vivo como referência, sendo assim o conceito de vida contingente e dependente de determinada forma de vida em questão.



## 2 Um conselho de classe.

Exatamente dez anos depois, durante o andamento de um conselho de classe, ouvindo as falas de meus colegas, e olhando para minha planilha de avaliações onde eu havia organizado as tabelas de notas e os pareceres individuais, fiz a mim mesmo, mentalmente, a derradeira indagação: Por que alguns alunos conseguiam atingir plenamente os objetivos em algumas partes do conteúdo de Biologia trabalhado durante o ano e em outras eram um verdadeiro desastre?

O que me veio logo em mente foi pensar a questão dos pré-requisitos e dos conteúdos e conceitos trabalhados ao longo do ano em cada série. Eis que nesse momento, o colega responsável pela disciplina de Matemática pede a palavra. Agora dentro de mim já não era mais só o currículo, a Biologia, os conteúdos, os conceitos... Também eram os números, a Matemática. Segui meu raciocínio então na direção de, por um momento, comparar essas duas disciplinas.

O colega afirmava que era impossível a aluna, cujo empenho se discutia naquele momento, ter chegado ao Ensino Médio se ainda tinha sérios problemas com a multiplicação e com a divisão quando o fazia sem utilizar-se da calculadora. Enquanto prestava atenção ia ligando os fatos, comparando a todo o momento, e cheguei, ali mesmo, a uma conclusão momentânea, mas que ainda parece fazer muito sentido.

Na Matemática, um dos modos de se compreender o desenvolvimento do conhecimento matemático, é considerarmos que depois de construídas as noções de unidade, dezena, centena e milhar, o aluno aprende as operações. A soma é seguida pela subtração que por sua vez é seguida pela multiplicação culminando na divisão. Uma acaba sendo pré-requisito para a outra, e assim o será sempre. Então quem não souber multiplicar ou dividir, por exemplo, sem fazer uso de calculadora terá em toda a sua vida (não apenas na vida escolar) dificuldade em matemática, pois é no entendimento desses quatro processos operacionais que o ensino dessa disciplina é pautado. E mais, logo pensei na Física que também se utiliza do cálculo. Quantas vezes o aluno faz a interpretação física correta e esbarra no cálculo? E na própria Genética, nos famosos cálculos de probabilidades de nascimentos.

Percebi então que a Matemática é uma disciplina cujo domínio das quatro operações é fundamental. Já na Biologia isso não se aplica. Pois mesmo que exista um conjunto de características que determinam se o ser é vivo ou não, a vida se

manifesta de maneiras distintas. Tudo depende da abordagem, da parte da Biologia que se está trabalhando. Não é como o exercício de somar, subtrair, multiplicar ou dividir, onde o processo torna-se quase mecânico. A Biologia apresenta muitas exceções tanto naquilo que agrupa, a partir de critérios pré-estabelecidos, quanto naquilo que classifica e coloca dentro de um domínio de igualdade ou similitude. São seres vivos, mas com vidas diferentes. São enfoques diversificados a serem estudados. Tratamentos distintos para uma mesma vida.

\*

Comecei a me recordar então de um grupo especial de alunos. Estudantes que apresentaram uma grande oscilação em seu desempenho, mas que eram diferenciados de um segundo grupo, aqueles que regularmente tinham insucesso na realização de suas avaliações e também de um terceiro grupo, os que geralmente se saíam muito bem. Utilizarei dois exemplos para explicar aonde quero chegar.

O primeiro deles é o de um aluno da segunda série do Ensino Médio. Nesse nível de ensino, em Biologia, se trabalham os Níveis de Organização dos Seres Vivos, a Taxonomia Biológica, Virologia, os Reinos dos Seres Vivos (*Monera*, *Protista*, *Fungi*, *Plantae*, *Animalia* – Biodiversidade, características anatômico-estruturais ecológicas e comportamentais), Fisiologia Vegetal e Humana. Nas avaliações em geral (apresentação de trabalhos, testes, produção textual, práticas de laboratório) sobre Virologia, Reino *Monera*, Reino *Protista*, Reino *Fungi* e Fisiologia Humana o aluno apresentou rendimento acima da média, com visível interesse nas aulas e comprometimento nas tarefas. Em contrapartida, nos conteúdos de Taxonomia Biológica, Botânica e Zoologia, seu insucesso foi muito grande nas avaliações, o que refletiu em uma mudança de postura do aluno durante o ensino desses conteúdos específicos. Ele foi tomado de certa passividade, apatia, pois não conseguiu assimilar o outro/“novo” enfoque que inevitavelmente deveria ser dado ao objeto da Biologia, a vida. Não resisti. Um tempo depois, resolvi perguntar o porquê dessa discrepância em termos de envolvimento com a disciplina e em termos de resultados. Ele me respondeu simplesmente que gostava de Biologia e que estudava sempre, mas que aquilo que ele não pudesse, ou não conseguisse fazer uma relação direta com o ser humano, ou não lhe chamava a atenção ou ele realmente não entendia. Os conteúdos supracitados, nos quais apresentou baixo rendimento, o aluno justificou como uma espécie de “decoreba”. Realmente, preciso

concordar que se trata de uma parte pouco dinâmica e mais inerte da Biologia e do entendimento da própria vida.

O segundo exemplo aconteceu na terceira série do Ensino Médio. Uma aluna não conseguia compreender os cruzamentos de Genética e teve um péssimo desempenho que só conseguiu recuperar quando foram trabalhados os conteúdos de Evolução e a Ecologia. Então me pergunto: é possível dizer de maneira taxativa que esses alunos não sabem Biologia, assim como aquele professor afirmou que a aluna não poderia ter chegado ao Ensino Médio sem saber Matemática?

No caso dessa estudante, ela compreendia a teoria dos mecanismos de hereditariedade e expressão gênica, mas ela tinha uma defasagem matemática em cálculo de probabilidades. Quando a matemática não era determinante para que se pudesse compreender a vida ou, como é o caso, um de seus mecanismos – o padrão genético de herança de caracteres –, ela conseguia compreender melhor. Isso era visível em seu desempenho.

Chamo a atenção aqui para um fato interessante. Em todas as áreas de conhecimento, as subáreas da Biologia, que se transformaram em conteúdos disciplinares isolados, o conceito de vida está ali, indissociável, por trás de todas elas. O que acontece é que a abordagem é diferenciada, e foi possivelmente isso que fez com que na cabeça desses alunos tenha sido gerado um bloqueio, uma repulsa a esses conteúdos específicos. Não basta saber o que é a vida, ou as características dos seres vivos tão somente. É preciso enxergar a vida (se fosse possível, conceituá-la) como algo plástico, maleável e carregado de possibilidades distintas.

\*

Algo que venho defendendo desde então é que existe uma impossibilidade do conceito de vida ser uno. Acredito que, assim como nossas práticas de vida, nossos comportamentos em vida, ele seja múltiplo, pois não existe uma única forma de vida, mas formas de vida com traços em comum, e todo o resto que se estuda, toda a Biodiversidade, à qual tanto damos importância, não passa de uma grande irregularidade natural que ao mesmo tempo em que motiva descobertas, fascina por suas belezas.

E é exatamente no estudo da Biodiversidade, no entendimento da noção de variabilidade que a Biologia funciona, não pretendendo desvendar a vida de forma

conceitual, mas subsidiando a compreensão do mundo dos vivos, de seres capazes de transformar o ambiente, dotados de características semelhantes, mas distintos por seus modos de vida. A partir disso resolvi escrever minha tese acerca da “vida” e do “vivo”, sobre aquilo que deles pode ser extraído dos textos dos livros didáticos, analisando de que modo são referenciados em diferentes publicações técnicas utilizadas no Ensino Médio, similitudes e discrepâncias acerca de tais elementos em torno dos quais se desenvolvem as Ciências Biológicas.

### 3 Biologia: a ciência da vida ou do vivo?

A partir dessa pergunta o presente trabalho tem como propósito, já em seu início, apresentar o problema dessa pesquisa. Ele diz respeito à Biologia e consiste em um debruçar sobre a constituição de seu objeto de estudo, ou seja, a vida enquanto conceito e suas condições de possibilidade. Nas linhas que seguem pretendo discutir a (im)possibilidade de uma resposta à indagação inicial. Para tanto, será preciso compreender em primeiro lugar como se deu a emergência da Biologia sendo necessário o entendimento de alguns elementos que tornaram tal ciência possível.

Como no discurso do saber a vida se tornou possível e por que se tornou possível? Quais as raízes epistemológicas do *saber biológico*? Quando Michel Foucault<sup>1</sup> escreve sobre a emergência da Biologia em *As palavras e as coisas*, o filósofo aborda a transição entre duas *epistemes*. Ao explorar esse movimento do conhecimento – do clássico ao moderno – Foucault tenta mostrar que é a *noção de vivo* que precede a *noção de vida*. Em um primeiro olhar desatento pode parecer que tais conceitos (de *vivo* e *vida*) se encontram condicionalmente em um patamar de igualdade, mas o que se observa entre ambos é uma diferença de natureza nada tênue.

Para explicitá-la é preciso considerar que a *História Natural* se constitui como um campo de saber, como possibilidade de conhecimento, anterior à Biologia. O tipo de pesquisa, de estudo, empreendidos pelos naturalistas – os assim referidos estudiosos da História Natural – eram de certa forma limitados em face do que mais tarde viria a se tornar possível com a Biologia. Estes homens, engajados no conhecimento dos *seres vivos* estavam atentos principalmente à observação e descrição minuciosa de elementos de sua morfologia externa bem como aquilo que podia ser percebido em seus modos de existência<sup>2</sup>.

A tarefa dos naturalistas era contar a história dos modos de existência dos vivos, como a dos *grandes mamíferos terrestres*, dos *peixes de água-doce*, dos *insetos parasitas* de plantas, dos *mamíferos aquáticos* etc. Para a obtenção desse

---

<sup>1</sup> Michel Foucault (1926-1984).

<sup>2</sup> Aqui é possível notar a sutileza estabelecida na diferença entre “*modo de existência*” e “*modo de vida*”. Até então, os vivos *apenas existiam* na natureza como elementos positivos cada um em sua singularidade. Só com a posterior emergência do discurso biológico, elaborado a partir do que se irá convencionar ser a vida – atendendo a uma série de condições/traços comuns entre os vivos - é que será dada aos seres uma possibilidade de “*vida coletiva*”.

tipo de conhecimento os então pesquisadores baseavam-se em um propósito sistemático – taxonômico – cuja finalidade era a classificação<sup>3</sup>. Com a Taxonomia, e a partir da Taxonomia, era possível conhecer para classificar, sistematizar o que é *vivo*, criar categorias/agrupamentos de inserção artificializando e estatizando o mundo natural e sistêmico para que se pudesse melhor compreendê-lo. Nesse sentido a História Natural não deixa de ser um dos primeiros movimentos cuja intenção era a racionalização da natureza.

Até então, apenas o conhecimento isolado dos seres era possível. Foi possível se apropriar do *vivo* ao colocá-lo de maneira estática na grande moldura da classificação taxonômica. A partir disso, a sistematização era dada basicamente a partir da análise das características morfológicas externas<sup>4</sup> aos seres que por uma questão de presença ou ausência aproximava uns e distanciava outros.

Podemos observar o que foi colocado acima de maneira muito simples. Se tomarmos uma matriz binária<sup>5</sup> (0 e 1) considerando que o elemento “0” significa ausência e o “1” presença e elencarmos algumas características é possível sistematizar um grupo de seres vivos observando sua proximidade ou distância em termos de parentesco. Tomemos como exemplo o *Reino Plantae*<sup>6</sup> de acordo com a distribuição de algumas de suas características de acordo com a tabela que segue<sup>7</sup>:

<sup>3</sup> Com relação à classificação, embora muito próximas, é possível diferenciar Sistemática de Taxonomia. Enquanto a Taxonomia se preocupa com a descrição do ser vivo a Sistemática atuará no sentido de estabelecer graus, relações de parentesco, destes na comparação com outros.

<sup>4</sup> Atualmente a Taxonomia ainda considera a morfologia externa como critério de classificação, mas cabe lembrar que para a Sistemática hoje se consideram também aspectos bioquímicos e filogenéticos. Muitas classificações e relações de parentesco são alteradas quando passa a se considerar a similaridade em um nível molecular, como a do DNA (ácido desoxirribonucleico), por exemplo, molécula que abriga os genes: segmentos que codificam proteínas e que estão envolvidos na determinação das características dos seres vivos e em seus padrões de hereditariedade.

<sup>5</sup> A matriz binária é utilizado muito pelos sistematistas no sentido de montar cladogramas que estabelecem a relação de parentesco entre os grupos de seres vivos. No caso da tabela que segue, foi feita por mim a partir das características dos grupos vegetais em questão.

<sup>6</sup> As categorias (ou táxons) *Reino, Divisão ou Filo*, bem como *Classe, Ordem, Família, Gênero e Espécie*, foram propostas por Karl Von Linee no século XVIII assim como seu sistema de nomenclatura binomial que usa o latim para nomear as espécies a partir de dois nomes: o primeiro que corresponde ao Gênero e o segundo ao epíteto específico (ao nome específico). Assim é possível diferenciar, por exemplo *Canis lupus* (lobo) de *Canis familiaris* (cão doméstico). Pode-se perceber também que na hierarquia da classificação, por pertencerem ao mesmo gênero compartilham obrigatoriamente os outros táxons anteriores: de Reino a Gênero enquadram-se na mesma classificação.

<sup>7</sup> Temos como alguns exemplos de Briófitas os musgos, de Pteridófitas avencas e samambaias, de Gimnospermas as coníferas e de Angiospermas as árvores frutíferas.

TABELA 1 – Grupos de vegetais revelando presença ou ausência de determinadas características (FONTE: O AUTOR).

Características/ Grupos	Briófitas	Pteridófitas	Gimnospermas	Angiospermas
CLOROFILA	1	1	1	1
RAIZ, CAULE E FOLHA	0	1	1	1
VASOS CONDUTORES DE SEIVA	0	1	1	1
POLINIZAÇÃO, SEMENTES E FLORES	0	0	1	1
FRUTO	0	0	0	1

Ao analisarmos a tabela acima, pode-se perceber que foi a Taxonomia quem determinou as características, mas é a ação da Sistemática que fará gerar o cladograma<sup>8</sup> que segue:

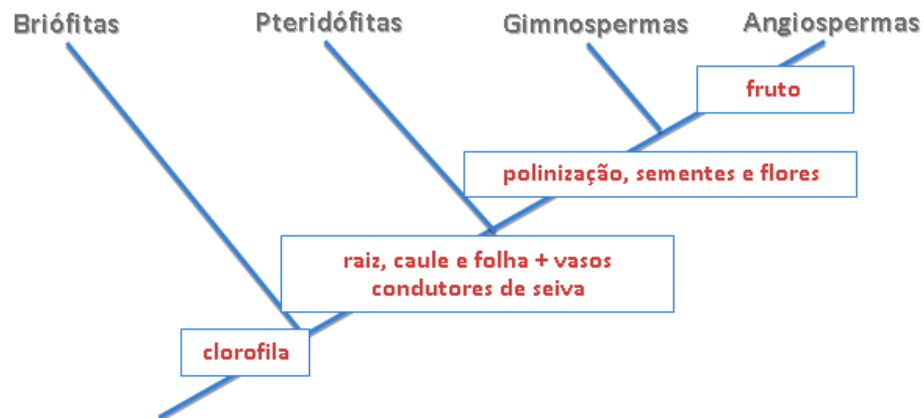


Figura 1 – Cladograma do Reino Vegetal com algumas das principais (mais evidentes) características apresentadas pelos livros didáticos. Das Briófitas às Angiospermas (FONTE: O AUTOR).

É possível visualizar no cladograma acima, que algumas características são compartilhadas pelos grupos e outras são específicas. Por exemplo: a característica *clorofila* é compartilhada por todos os grupos, por isso é basal. *Raiz, caule, folhas e vasos condutores de seiva* são compartilhados por *Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas*. Já o fruto é exclusivo das *Angiospermas*.

Esse foi um exemplo de como a partir da classificação taxonômica, o naturalista pôde, com o auxílio da matemática, elaborar uma estratégia que pudesse

<sup>8</sup> O cladograma corresponde a uma expressão gráfica das relações de parentesco estabelecendo maior proximidade ou distância entre os seres vivos.

expressar a proximidade ou o quão distante se encontram os seres tanto em seus agrupamentos quanto em suas individualidades. Tal elaboração metodológica também poderia ser tomada como referência para uma discussão, sobre a qual não me deterei, mas que envolve a “matematização” do “*natural*” pela ciência moderna na intenção de agregar certo “rigor” e confiabilidade aos seus métodos.

Ainda hoje a Taxonomia e a Sistemática são grandes áreas de concentração da pesquisa biológica, mas antes de continuar é preciso esclarecer ao leitor algumas das terminologias que serão utilizadas ao longo deste trabalho. A referência que foi feita à “pesquisa biológica” diz respeito àquilo que é desempenhado pela Biologia. Ora me irei referir à *Biologia*, História Natural e, mais adiante – ainda - serão incorporados ao texto termos como *Ciências Biológicas* e *Ciências Naturais*; sendo assim, serão necessárias especificações.

O que hoje chamamos de Biologia (nome sugerido por Jean-Baptiste Lamarck, ainda no século XVIII) corresponde a uma ciência que tem como objeto de estudo a vida. Até o momento, ao citar a História Natural – onde se inserem a Taxonomia e a Sistemática - eu havia apenas me referido ao vivo, mas a emergência do conceito de vida (que será constantemente discutida ao longo desta tese) foi o que possibilitou o surgimento de um discurso biológico. Como será abordado no decorrer deste trabalho, a vida surge como objeto construído, sustenta um discurso biológico que serve tanto para manter possível a si bem como para tornar possível a Biologia. Ou seja, a vida irá surgir delimitando a zona fronteira entre o *vivo* e o *não-vivo*. Considerando que a Biologia toma como objeto (e por muitos é intitulada como sendo) o “estudo da vida”, cabe observar nesse contexto onde se inserem as denominadas *Ciências Biológicas*.

É preciso ressaltar que antes da emergência da Biologia algumas das Ciências Biológicas de certa forma já haviam se estruturado. Sempre que neste trabalho fizer referência a essas ciências, pretendo que os leitores consigam observá-las como sendo aquelas que, uma vez articuladas em torno (ou a partir do) conceito de vida, dão voz ao discurso da vida coletiva e não mais singular. E mais: unidas promovem a possibilidade da própria Biologia.

Para ser mais preciso ao discorrer sobre as Ciências Biológicas, cabe mostrar uma das possibilidades de organização das mesmas. Podemos dividi-las em: *Bioestáticas* (Morfologia, Anatomia, Histologia e Citologia), a Bioquímica



(preocupada com a composição química dos seres), a *Biodinâmica* ou *Fisiologia* (cujo foco é o entendimento do funcionamento dos seres vivos), a *Biofísica* (responsável pela aplicação da Física às questões biológicas), as *Biogênicas* (Ontogenia, Filogenia e a Genética) e por sua vez as *Biotáxicas* (Taxonomia ou Sistemática, Biogeografia, Paleontologia e Ecologia) <sup>9</sup> (MENEGOTO E AZEVEDO, 1963, p.15).

São elas, as Ciências Biológicas, que em diferentes perspectivas contribuem para o entendimento do *vivo* e somadas tais perspectivas puderam contribuir para o estabelecimento de uma série de condições que determina o que vem a ser a vida, na condição de objeto de conhecimento, de pesquisa para a Biologia e que mantém inter-relacionados tais campos epistemológicos da produção do saber biológico.

Nesse sentido as Ciências Biológicas nada mais representam do que faces diversas de um conhecimento que se inicia no “*vivo*” e termina na “*vida*”. Será o emergente *conceito de vida* que terá a capacidade de articulá-las estruturando e sistematizando aquilo que se denominou Biologia e que acabará por determinar seu campo epistemológico. Embora as atuações dessas ciências – as biológicas - se encontrem em frentes diferentes tentando desvelar um mesmo objeto, seus objetivos convergem para um único fim. É a partir da compreensão dos vivos, de seus traços comuns observados e estudados sob a perspectiva individual de cada uma destas que se dá na história da ciência a *construção da vida* enquanto conceito e emerge o discurso, *não mais isolado e singular do vivo, mas dos vivos* – dos seres dotados de vida.

Feita essa primeira distinção terminológica entre a Biologia e as Ciências Biológicas, cabe agora outra que vai no sentido de estabelecer os referenciais para a compreensão do que neste trabalho deverá ser entendido como História Natural – já anteriormente citada – e Ciências Naturais. A primeira delas diz respeito à então concepção vigente sobre um modo de se compreender a natureza no período clássico. Foi a História Natural dos vivos que precedeu a Biologia e a tornou possível, em outras palavras foi ela que “*fez ver*”, tornou visível a vida.

---

<sup>9</sup> Com relação às áreas da Botânica e da Zoologia, é preciso ressaltar que constituem campos de conhecimento biológico mais amplo e que lançam mão de todas as citadas para descrever com precisão tanto a vida vegetal quanto a vida animal. Também cabe ressaltar que com a condição de progresso inerente à própria ciência, poderíamos fazer referências mais específicas como no caso de citar a Biologia Molecular ou a Engenharia Genética.

Com relação às possíveis referências que poderão ser feitas às Ciências Naturais ao longo deste texto é preciso, em primeira mão, considerar que esta tese está inscrita no campo da educação. A qualquer momento poderão ser abordadas temáticas que dizem respeito não apenas à Biologia enquanto disciplina escolar, ao currículo de Biologia, mas também em certo momento surgirão algumas considerações que da mesma forma serão feitas acerca das Ciências Naturais. Antes de falar sobre essas ciências, quero frisar que meu interesse ao discutir o currículo se encerra naquilo que de conhecimento biológico está dentro dele estruturado, ou seja, a lista dos conteúdos que são colocados pela matriz curricular à disposição da Pedagogia – e que dizem respeito à Biologia, à História Natural ou às Ciências Naturais<sup>10</sup> - para serem ensinados.

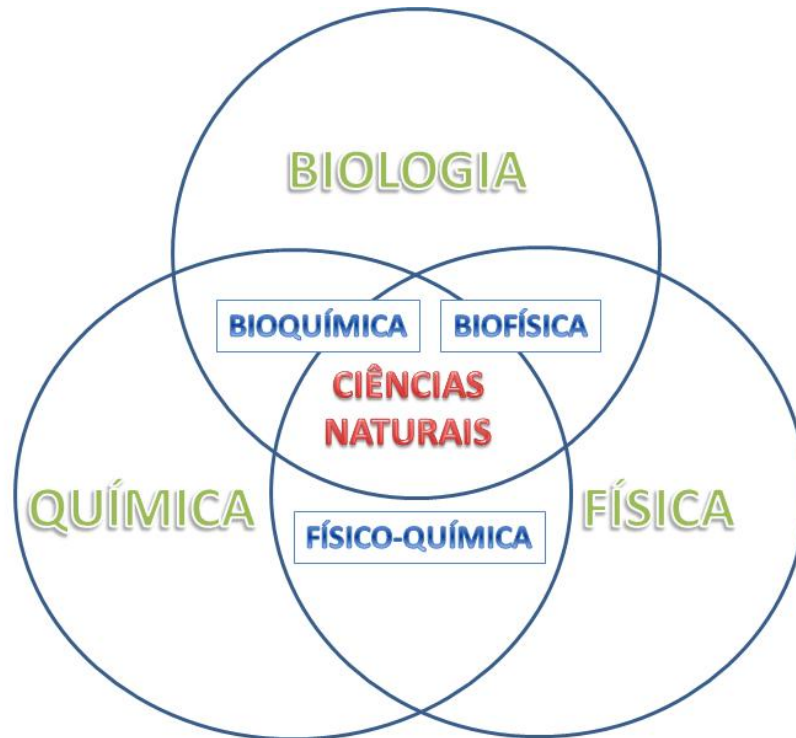
O estudo das Ciências Naturais demanda uma observação dos fenômenos naturais sob um tríptico aspecto: químico, físico e biológico. Embora o ensino de Biologia contemple em si perspectivas de interpretação de seu objeto que advém do campo da Química e da Física – ou seja, ela as usa como ferramentas para compreensão da vida – o ensino das Ciências Naturais tem como propósito a compreensão fenomenológica de eventos da natureza e, em certos momentos, parece haver uma distinção mais aparente entre elas<sup>11</sup>.

Se pudéssemos observar de um certo modo organizado tais distinções, teríamos:

---

<sup>10</sup> Aqui não faço referência às Ciências Biológicas porque os conteúdos a serem ensinados já estão dentro delas inseridos, ou seja, a sua própria sistematização já se dá a partir de subdivisões que são essas próprias ciências. Por exemplo, o estudo do metabolismo estaria inserido dentro da Bioquímica, já um estudo do funcionamento sistêmico é proposto pela Fisiologia.

<sup>11</sup> Por exemplo, a distinção entre um fenômeno físico ou um fenômeno químico na natureza. Até hoje um dos modos de se ensinar as Ciências Naturais (e que prevalece até mesmo nos textos dos livros didáticos) preza no Ensino Fundamental por essa separação/distinção entre o que é químico e que é físico na natureza. Apenas mais tarde, quando no ensino de Biologia for inserida uma perspectiva ecológica (de inter-relação sistêmica entre os seres), que essa condição fragmentada do aprendizado será superada. Na verdade, estamos diante de um traço remanescente do pensamento racionalista que ao organizar a ciência moderna, também foi herdado pelas formas de ensinar e se torna visível inclusive na disposição dos conteúdos nos currículos das disciplinas escolares.



**Figura 2 – Modelo de interação entre as ciências: Química, Física e Biologia (FONTE: O AUTOR).**

A figura acima ilustra a relação existente entre Química, Física e Biologia constituindo em suas áreas de intersecção às Ciências Naturais. Com relação às áreas secantes entre duas ciências temos que a físico-química se constitui em um campo de análise entre a Física e a Química, mas o que me interessa é observar na figura a estratégica posição da Bioquímica e da Biofísica. Elas se constituem respectivamente em dois campos congruentes entre os discursos da Biologia e Química e da Biologia e Física, mas, além disso, ocupam também uma posição dentro do maior de todos os campos de convergência de acordo com o esquema: o das Ciências Naturais.

A partir das colocações expostas até o presente momento, é preciso observar alguns aspectos importantes que são essenciais para a compreensão deste texto. Como já havia afirmado, este trabalho é uma tese de doutoramento que está inserida na área da educação; sendo assim se faz necessário explicitar um pouco mais sobre como a Biologia tem encarado e organizado sua epistemologia em torno da vida para que, em um segundo momento, se possa observá-la enquanto conhecimento pedagógico a partir do discurso sobre a vida, sobre os vivos, presente nos textos dos livros didáticos de Biologia.

#### **4 A vida e o vivo nos livros didáticos de Biologia: introduzindo a discussão.**

O objetivo de uma ciência – mais do que elaborar respostas – consiste em suscitar questionamentos importantes que lhe permitem atuar dentro de um âmbito investigativo tanto de maneira prática quanto reflexiva. É da relação da prática com a reflexão que emana a interpretação, essencial ao ritual investigativo de uma ciência. O exercício interpretativo da ciência está relacionado também com elementos como o rigor, naturalmente demandado por uma metodologia que lhe é própria – rigorismo científico - e a crítica, essencial na observância da emissão dos juízos que advêm de sua reflexão e que pautam as formas de saber e de conhecimento que integram seu discurso.

Aos cientistas – protagonistas da ciência – que conduzem as etapas de uma necessária ritualização da investigação científica, cabem tarefas essenciais para que se cumpra com a necessidade intrínseca ao próprio questionamento científico. O olhar crítico não deve – e nem pode - estar desvinculado da reflexão, deve apenas tentar manter-se o mais isento possível – sempre em relação ao fenômeno que se pretende investigar - para um compreender mais real, de onde outros/novos questionamentos/interesses surgirão. Tampouco esse olhar deve reduzir a ciência à pura e simples ferramenta metodológica, pois se assim o for a realidade do fenômeno a ser observado, foco de um interesse explicativo pautado na interpretação dos fatos, jogará - cada vez mais – contra a compreensão dos mesmos na medida em que um fato, apenas por ser perceptível, já está desvinculado de sua própria realidade pela força do exercício subjetivo, do olhar sobre. Nessa perspectiva da ciência-ferramenta a ampliação dessa distância (entre objeto e realidade) não apenas será maior, mas também corremos o risco de nos depararmos com uma interpretação viciada e superficial.

Indubitavelmente o que move a ciência, o que a faz progredir, são os questionamentos que emanam da curiosidade do agente humano em conhecer. Como referenciado anteriormente, a natureza desse conhecimento é interpretativa, e mais: transmuta-se ao longo de um período temporal. A figura da interpretação, do “conhecer para interpretar”, garante a plasticidade do conhecimento científico. Se um saber é factível, pode-se ponderar sobre seus efeitos – em uma tentativa sempre interpretativa do fenômeno - a partir de um questionamento objetivo. Uma apuração mais ampla desse conhecimento - emanado pela ciência em face de um saber

também objetivo - há de vir quando outros tantos e novos questionamentos acerca do objeto e seus efeitos forem realizados. Assim se dá o progresso científico, mantendo a condição de existência de uma verdade absoluta distanciada do universo da ciência para esgotar, cada vez mais, outros modos/formas de se conhecer os efeitos daquilo que se toma como objeto da investigação.

A ciência da Biologia também é movida por questionamentos. O principal e mais inquietante, motivador não apenas deste trabalho, mas de uma discussão que tem origem na própria filosofia – sobre a qual ao longo deste texto já fiz referência - *é o que é vida? Qual é o conceito de vida?* Observando a atuação da Biologia ao longo do tempo, em como essa ciência se desenvolveu e os modos como foi capaz de se constituir epistemologicamente – desenvolvendo-se em áreas que objetivam compreender a manifestação da vida elucidando seus mecanismos de manutenção fisiológica e composição estrutural em sua relação com o ambiente - minha pretensão é a realização de uma análise onde se possa apresentar, discutir e interpretar alguns elementos que conduziram a Biologia a uma compreensão da vida a partir dos vivos, observando os questionamentos que foram pautando a discussão em torno do *que é ser vivo (?)* na impossibilidade já referida de um conceito biológico unívoco para vida.

## 5 Os limites da vida.

Para a Biologia – pelo menos em seus livros didáticos - os limites da vida são dados por um conjunto de premissas, condições, estabelecidas como necessárias que acabam por delimitar o espaço de circulação dos vivos. Ou seja, em outras palavras, a vida passa a ser delimitada pelos seres vivos, por suas diversas – e próprias- formas, mais especificamente pelas características individuais e coletivas que nesse universo de biodiversidade podem ser encontradas. São os traços comuns os elementos mais utilizados como fatores que alimentam uma regra (condicionante) geral do que é ser vivo. Já as características individuais, isoladas, de pouca ocorrência ou até mesmo singulares são aquelas capazes de em meio aos traços comuns modificar e ampliar as perspectivas da própria vida sendo capaz de expandir sua compreensão; mais especificamente, a compreensão do que é vivo.

Nesse sentido, o limiar entre o “vivo” e o “não-vivo” passa a ser explorado pela Biologia como uma possibilidade não de definir mas, talvez, se ponderar sobre a vida com um olhar sobre ela essencialmente biológico. Seu interesse está fundado tanto na compreensão de eventos intrínsecos à matéria viva (composição, estruturação, organização e manutenção) quanto a outros extrínsecos (da relação com o meio e com outras formas de vida) e não na construção de um conceito literal (e sempre biológico) para a vida. Com isso se observa que o conceito de vida para o conhecimento biológico está tomado tanto por um teor substancial, quanto por outro de conotação adjetiva, sendo este uma espécie de saída que resolveria a discussão em torno da questão que se apresenta no próprio nome dessa ciência: “afinal, que vida é essa a da Biologia?”.

Quando nos deparamos com a questão substancial, nos confrontamos com o problema que inquietou por muito tempo os mais sábios pensadores e cientistas seja da antiguidade, seja representantes da ciência moderna e até mesmo contemporânea. A substância da vida, tão debatida ao longo da história, faz sempre referência a uma espécie de “essência da vida”, algo que há muito tem sido buscado como se alguém pudesse chegar a uma definição única e universal. Já, em termos adjetivos, se pode lançar mão, não de um substancialismo abstrato – típico de um conceito -, mas de algo mais amplo: uma série de condições características que qualificam a matéria diferindo-a. Sem conceituar, é possível construir uma noção do que é ser vivo e, a partir disso, imprimir uma tentativa de compreensão da vida a

partir de uma manifestação de si. A base dos saberes que integram a episteme biológica acaba por ser consolidada a partir do conhecimento produzido pela análise atenta e minuciosa dos biólogos acerca da própria expressão fenomenológica da vida: os vivos.

Os livros didáticos de Biologia exploram a discussão em torno da resposta à pergunta “o que é vida?” (obviamente sempre voltada ao enfoque biológico) no sentido de estimular a construção desse conceito sem propriamente tentar defini-lo, acabando por reforçar a ideia de que tão importante quanto a definição, é a tentativa de compreendê-la qualitativamente sendo tanto aquilo que ela dispõe como elementos que a caracterizam quanto os distintos meios de manutenção e perpetuação que utiliza em sua relação com o ambiente. A vida para a Biologia, portanto, está em uma dimensão muito mais adjetiva que substancial e isso se deve às distintas formas de atenção sobre os seres vivos aos quais as distintas Ciências Biológicas dispensam. Nesse sentido a Biologia parece tomar forma pela soma de esforços empregados em prol do estudo da vida em suas diferentes manifestações e também sob a ótica de diferentes perspectivas que emanam do conhecimento produzido por um conjunto de ciências ditas biológicas e que, por sua vez, embora “entendam” a vida de uma forma muito próxima, o fazem – como não poderia ser diferente - cada uma à sua maneira.

Uma vez definidos os limites do vivo, e conseqüentemente separado do não-vivo, foi possível estabelecer o nicho da Biologia: compreender e elucidar não apenas os mecanismos de manutenção dos vivos, mas também estudar sua ecologia, as relações com outros vivos e com o meio ambiente observando de que maneira este interfere na evolução das espécies biológicas, ou seja: dos vivos, das formas de vida. Com isso pode-se dizer que a Biologia se aproxima muito mais de uma ciência cujo foco está voltado para a complexidade da biodiversidade, para uma compreensão do funcionamento de uma pluralidade das formas de vida.

Inicialmente, como já fiz referência anterior, acreditava ser possível observar no texto dos livros didáticos utilizados no Ensino Médio por escolas da rede privada de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, a maneira como a Biologia opera com o conceito de vida, a verdade é que ao manusear e analisar tais publicações, pude perceber que tal operabilidade existe não com o conceito de vida, mas com o conceito de vivo. Os textos se referem ao que é vivo, não ao que é vida, delimitando

um campo de saber e conhecimento onde podem se desenrolar inúmeras possibilidades de formas de vida, ou seja, de vivos.

Assim, o objeto desta tese é a forma de apresentação do conceito/noção de vivo em textos dos livros didáticos de Biologia editados na primeira década dos anos 2000. *Como essas publicações os apresentam e contribuem para a sua construção? Qual o limiar entre o vivo e o não-vivo colocado por esses textos?*

A partir do que foi exposto até aqui, destaco que um dos grandes, ou talvez o grande, desafio da Biologia se encontra na dificuldade – na impossibilidade - de conceituar seu objeto. Um objeto que tal ciência busca, incansavelmente, compreender – em termos de mecanismos de manutenção - e que de certa maneira - face às constantes inovações tecnológicas que tem impulsionado um conjunto de saberes biológicos – já tem conseguido com algum êxito delimitar. Refiro-me à vida, seu ponto de partida.

É claro que, independentemente da ciência sobre a qual nos debruçamos, para que seja possível uma compreensão de sua organização é preciso também conhecê-la estruturalmente. Em torno de quê, de qual objeto se dispõem suas verdades, seu discurso, suas crenças? Quais as noções, os saberes, quais os tipos de conhecimento são parte integrante das necessidades que pautam sua compreensão?

Além disso, também é preciso ponderar que toda análise feita resulta de um momento. Muitos e diferentes podem ser os olhares, as formas de abordagem, outros tantos serão os juízos de valor resultantes dessa investigação, mas se existe algo que não podemos negar é a incompletude das conclusões que resultam do momento no qual se pautou o cientista para referenciar sua investigação.

Assim acontece na Biologia. À medida que o conhecimento em torno da vida se adensa, temos ao longo da história do conhecimento biológico uma flexibilização - e por vezes até mesmo um deslocamento - das barreiras da vida. Isso significa que a vida enquanto objeto da Biologia tal qual o conhecemos hoje (século XXI), não era o mesmo da metade do século XX ou do final do século XIX e, tampouco o do século XVIII. São momentos espaço/temporais distintos onde se observam grandes diferenças em termos de “saber científico acumulado”, ou seja, daquilo que se conhece, que se descobriu ao longo desses anos.



Confesso que, como biólogo, sempre foi de meu interesse discutir esse assunto, mas percebi que por muito tempo andei por outros caminhos. No início me intrigava o fato de não se poder alcançar um conceito para a vida, mas comecei a me dar conta que mesmo assim a Biologia enquanto ciência é viável. Ou seja, não reside na falta da concretude conceitual, ou se preferirem, na abstração de seu objeto - a “vida” - uma inoperabilidade da Biologia, pelo contrário, ela continua sendo possível. Com isso o problema se desloca do “conceituar”, para o “delimitar”, da *vida* para o *vivo*.

Delimitar significa circunscrever um campo onde aceitável e consensualmente se alojem uma série de características que tenham a capacidade de conferir a um ser a qualidade de vivo. A delimitação passa por uma espécie de “série de requisitos” que podem ser observados nos vivos. A vida (dos vivos) delimitando a própria vida (em um sentido amplo) e garantindo a existência dos “vivos” em relação aos “não-vivos”, à matéria bruta ou inanimada.

Sendo assim, meu interesse deixa de ser o de discutir o indiscutível ou tentar alcançar o inalcançável. Não se trata de chegar a um conceito de vida, mas de estudar os mecanismos pelos quais a vida para a Biologia tem-se estruturado enquanto objeto científico ao longo do tempo. Ou seja, quais os fatores que foram determinantes para que a “vida”, “as condições de vida”, ou os “critérios do vivo” fossem estabelecidos e reformulados ao longo da história do conhecimento biológico.

Nesse sentido aquilo a que me proponho nessa tese de doutorado é discutir o objeto de estudo da Biologia – “o vivo” - tendo como substrato os textos dos livros didáticos. Com isso, pretendo de antemão frisar que o universo de possibilidades dessa pesquisa se restringe aos conteúdos científicos, técnicos e formalmente inseridos em livros didáticos publicados na primeira década do século XXI - e utilizados em escolas particulares de Porto Alegre/RS - que balizam o ensino de Biologia no Ensino Médio.

Dito isto, pretendo esclarecer que todo e qualquer tipo de análise e/ou considerações que poderão ser feitas por mim ao longo desse trabalho a respeito dos conceitos de “vida” e de “vivo” serão pautadas sobre os textos dessas publicações, fazendo uma constante reflexão sobre a prática do ensino de Biologia

resultante de minha experiência docente como professor tanto de Ciências Naturais, quanto de Biologia nos ensinos fundamental e médio, respectivamente.

Sendo assim, preciso dizer que há muito desejo escrever esta tese. São também muitos os motivos que me levaram a fazê-lo. A possibilidade de escrever ao mesmo tempo sobre o objeto de uma ciência – tecendo algumas considerações - e sobre as maneiras às quais tal objeto é referenciado pelos textos pedagógicos dos livros didáticos utilizados no ensino médio se configura como uma tarefa desafiadora na medida em que une duas pontas nem tão distintas e tampouco nem tão distantes do conhecimento, mas talvez de perspectivas um tanto quanto diferentes. Refiro-me à ciência Biologia, e à disciplina escolar de Biologia.

Sempre achei que poderia ser interessante observar o movimento que parte do conhecimento científico cujos efeitos acabam por invadir a sala de aula. Um conhecimento que se torna pedagógico, passível de ser ensinado. Não foram poucas as vezes que me questioneei a respeito da validade de uma empreitada como essa, além de exercer diversas tentativas de elaboração de elementos e da metodologia que poderiam, ou deveriam, pautar as etapas desse trabalho. Isso se refletiu na construção desta tese. Minhas leituras foram direcionadas tanto para o conhecimento biológico, quanto para outras áreas como a Educação, a Filosofia e a História.

Obviamente, quando se pretende analisar o objeto de uma ciência, não se pode prescindir de elementos históricos e das discussões filosóficas que de certa maneira foram essenciais para a construção dos saberes dessas ciências em determinadas épocas. Em certos momentos o texto que segue poderá conduzir o leitor a uma reflexão filosófica ou a determinada situação no tempo, mas sempre como ferramentas passíveis de serem utilizadas em uma tentativa de compreensão sobre quais fatores foram determinantes para o desenvolvimento da noção de vivo ou do conceito de vida, elementos que se encontrarão no cerne da discussão desse trabalho, que tomará por referência o universo discursivo do livro didático de Biologia direcionado aos alunos de ensino médio.

A ideia é fazer dessa pesquisa algo que possa contribuir, não apenas para a Educação em sentido amplo, mas principalmente que pudesse se constituir como um campo fértil de reflexão acerca do conceito de vida, tão estudado pela Biologia, sempre a partir da análise do conteúdo dos livros didáticos. A partir disso são feitas

algumas observações iniciais as quais considere importantes para a compreensão tanto daquilo que pretendo empreender quanto ao objetivo que pretendo alcançar.

Quando decidi dedicar minha atenção ao objeto da Biologia, me intrigava o fato dessa ciência não ter conseguido chegar a um consenso, a um conceito unívoco de vida. Confesso que isso começou a me desacomodar ainda enquanto aluno de ensino médio. Ocorre que durante a graduação em Ciências Biológicas, tal desacomodação persistiu. Hoje começo a perceber que talvez essa ideia de que o conhecimento científico tenha que prever, contemplar, todo e qualquer fenômeno natural, de que a ciência deva saber e explicar tudo, seja ainda resquício de uma visão de ciência racionalista e que até hoje - mesmo sem que se perceba - acaba sendo inculcada nos alunos.

Ao que me parece, a ideia de ciência está ainda muito atrelada a outras: de validade científica e de uma verdade absoluta. Parece inconcebível o fato de que se deva aceitar a ciência apenas como um caminho para atingir uma das muitas verdades possíveis. Isso poderia fazer com que a possibilidade dessas "muitas"/outras verdades - na verdade efeitos - impedissem, de certa forma, o conhecimento de uma causa: lugar onde, talvez, a razão - ou o excesso dela- queira chegar. Pelo fato dessa constante tentativa de procurar "a" causa, somos impelidos a buscar "a" verdade e a encará-la como condição una, até que outra tome seu lugar. Essa concepção de cientificidade é construída sobre os pilares de uma sequência metodológica que pautam o denominado método científico.

Elencamos o problema, hipotetizamos, testamos as hipóteses, analisamos resultados e concluímos. A partir disso o cientista é levado a tirar suas conclusões e a refutar tudo aquilo que não pôde ser passível de comprovação, como foi observado por Karl Popper. Como se *ad eternum* não houvesse possibilidade alguma de verdade em tudo aquilo que não fosse comprovado senão pela experimentação.

Toda essa discussão inicial em torno da questão da ciência e sua metodologia está sendo feita porque preciso confessar que eu mesmo fui tomado desse espírito cartesiano, racionalista, recheado de uma ânsia à exatidão, na medida em que por muito tempo não me conformava sobre a existência de uma ciência como a Biologia que não conseguia conceituar seu objeto. Os livros traziam escrito explicitamente em seus textos que "a Biologia é a ciência da vida", ao mesmo

tempo em que não conseguiam conceituá-la.

Muito tempo depois, percebi que mesmo não conceituando a "vida", a Biologia não se tornara inoperante, ou seja, a operabilidade de uma ciência não está diretamente ligada à conceituação de seu objeto, desde que esta, pelo menos, tenha conseguido delimitá-lo (mesmo que o faça inúmeras vezes, de acordo com contingências históricas, como resultado da apuração de seus saberes, conhecimentos). Ao delimitar as condições de vida, a Biologia construiu a noção da vida a partir dos vivos, mesmo sem conceituar vida.

Nesse momento passei a entender que meu raciocínio inicial estava errado. No começo eu achava que a Biologia não tinha definido o que é vida, mas ela o fez e continua a fazê-lo no momento em que consegue caracterizar os seres vivos. Uma coisa é ela não ter conseguido conceituar a vida, tendo em vista uma ampla possibilidade de conceitos possíveis para o termo, como é próprio da filosofia, mas quando se consegue elencar uma série de características que a determinam, que caracterizam os vivos, passa-se a identificar uma zona fronteira entre o *vivo* e o *não vivo*. Ou seja, a vida passa a ser definida por uma série de determinadas "condições de vida", característica dos vivos.

A partir desse momento, passei a enfrentar outro problema. Senti necessidade de buscar na esteira dos acontecimentos históricos alguns fatores ou elementos que fizeram com que o estudo da vida pudesse ser possível. Encontrei a resposta na transição epistemológica entre a época clássica e a moderna. Ainda em meados do século XVI, a vida não havia se constituído como condição possível de abarcar uma série de indivíduos com determinadas características. Na verdade, embora as características dos seres começassem a ser evidenciadas de maneira que iniciavam a ter seus hábitos, estruturas, modos e condições de vida descritos, tais elementos não estavam organizados em torno de um conceito, ou até mesmo de uma definição de vida. A história natural fez conhecer a individualidade dos vivos estabelecendo similaridades entre alguns, agrupando-os inicialmente de acordo com sua estrutura morfológica, mas não delimitou a fronteira entre a matéria viva e a inanimada.

Mais tarde, quando se percebeu que existia uma possibilidade de determinar algumas condições gerais entre os vivos, suas generalidades passaram a ser estudadas de maneira mais atenta. Aí temos o desenvolvimento inicial de diversas

ciências “biológicas” que mais tardiamente, unidas, darão origem e sustentarão a Biologia, que unirá todas elas e passará a estudar as estruturas vivas em suas mais diferentes perspectivas.

O fato é que nessa caminhada de leituras e algumas conclusões, percebi que grande parte dos livros didáticos de Biologia atualmente em uso nas escolas brasileiras desviava da discussão acerca da conceituação de vida. De certa maneira seria uma questão um tanto quanto óbvia, mas embora isso me incomodasse um pouco - essa falta de informação histórica e a possibilidade de gerar alguma discussão em torno disso com os alunos - percebi que talvez esse não fosse o objetivo dos textos presentes nesses livros. Então desloquei meu foco inicial. Resolvi analisar os livros didáticos com a finalidade de encontrar elementos que pudessem me ajudar a compreender de que modo não mais um conceito, mas as definições de vida são tratadas por esses materiais.

A partir desse momento admito que comecei a me sentir mais seguro para realizar esse trabalho. Foi uma mudança de perspectiva. Se continuasse a perseguir um *conceito de vida*, esta tese estaria inviabilizada, mas no momento em que passo a aceitar que uma ciência não necessariamente precisa conceituar seu objeto, mas sim definir seus limites de possibilidade dentro daquilo que ela se propõe a investigar, foi possível vislumbrar uma relevância maior desse texto para alimentar discussões dentro dos campos não apenas da Biologia, mas também da Educação e da Filosofia.

Ao deixar de lado o “conceito” e seguir o rumo da “definição” pude também com mais clareza elaborar meu problema de pesquisa: *de que modo a definição de vida está colocada pelos autores dos livros didáticos de Biologia em seus textos? Além disso: de que maneira o conceito de vida e de vivo aparecem referenciados nos textos técnicos dessas publicações?* A partir disso comecei a selecionar os livros para análise, para em seguida selecionar quais dos seus elementos, quais capítulos e textos poderiam ser utilizados por mim na feitura desse trabalho.

Mesmo assim, tendo definido meu problema de pesquisa era preciso uma tese, que só poderia ser construída a partir do momento em que pudesse sentir-me seguro para defendê-la. Como já havia mencionado, inicialmente fui levado a crer que existia um conceito de vida – sempre artificialmente construído - pelas ciências biológicas, que por sua vez tornavam a Biologia possível. Acreditava que enquanto

houvesse o discurso da vida, a Biologia existiria.

Hoje percebo que, no caso da Biologia, não houve e não haverá lugar para a construção de um conceito de vida. O que existe é uma definição de vida a partir daquilo que é possível observar, do visível, das condições de vida manifestas nos vivos. Além disso, entendo que a Biologia é sustentada pelas Ciências Biológicas, mas que os diferentes conhecimentos acerca dos vivos, produzidos por cada uma inviabiliza a existência da própria Biologia enquanto ciência que se articula em torno da vida, de suas possibilidades complexas representadas pelos seres vivos.

Formulado o problema, definido esse novo/outro olhar que passo a ter sobre a relação da Biologia com seu objeto e definido meu universo de análise – o livro didático – começo a perceber que mesmo abandonando a análise do conceito e partindo para a definição de vida presentes nesses materiais, estas redundam sempre mais, ou menos, completas. *Como um professor pode construir uma noção de “vivo” na sala de aula se, para alcançar tal objetivo baseando-se nos textos dos livros didáticos, não encontra, em termos de caracterização, um discurso uníssono, consensual?*

Conforme fui procedendo às análises dessas caracterizações que visam estabelecer os limites da vida, percebi que em muitos casos não havia uma unidade discursiva. Isto significa que para alguns autores a vida pode ser concebida a partir de algumas determinadas condições, para outros essas condições estão em maior ou menor número<sup>12</sup>, mas *quais, de fato, definem a vida?*

Ao ser tomado por esses questionamentos pude observar a relevância de uma discussão como essa. Ela diz respeito à própria história dessa ciência, ou seja, a todo o conhecimento por ela acumulado, um conhecimento biológico. Além – e a partir - disso, é possível também ponderar sobre como esse conhecimento acaba sendo transmitido e encontramos na figura do professor, no exercício do ensinar Biologia, também o porta-voz dessa ciência, aquele que, inevitavelmente, deve lançar mão de um conteúdo essencialmente científico para contribuir em sala de aula na construção de uma noção de vida.

Faço essa referência ao papel do professor porque ao debruçar-me sobre a questão da (in)possibilidade de um conceito para vida em uma dimensão biológica

---

<sup>12</sup> Com relação à (in)completude e/ou diferenças de informações encontradas nos livros didáticos de Biologia, quero ressaltar que tal aspecto será enfrentado e discutido por mim com maior atenção e propriedade ao longo deste trabalho em sua parte metodológica, mais especificamente quando da análise dos trechos retirados dessas publicações.

cheguei a algumas conclusões interessantes: a primeira delas diz respeito exatamente a esse último questionamento colocado. Se não existe - nos próprios textos dos livros didáticos - uma série de requisitos básicos, cabe ao professor elencar aqueles os quais julga pertinentes – ou mínimos para o conhecimento do aluno – para que de fato se consiga desenvolver uma noção de vida a partir da concretude do vivo.

Em segundo lugar, e a partir dessa primeira conclusão, passei a perceber que talvez não seja a Biologia que deva responder a pergunta de que o que é a vida sob a forma de um conceito único. Talvez um movimento mais próximo de resposta a essa pergunta “o que é vida?” tenha que ser dada não pelo cientista, mas pelo filósofo no sentido de pensar as diferenças que residem na matéria vivente fazendo com que seus interlocutores consigam diferenciá-la da não-vivente.

Imaginemos que a Biologia conseguisse dar essa resposta: “vida, enquanto conceito biológico é...” Mesmo no exato momento em que tal resposta terminasse de ser proferida, ainda assim não estaria acabada. Teria a duração da resistência à sua falseabilidade, ou seja, alcançar essa resposta não significaria um esgotamento da Biologia, assim como acontece com outras conclusões oriundas da ciência. Esse conceito, se fosse alcançado, talvez continuasse a ser sempre reformulado. Isso pelo simples motivo de que a ciência não é inerte, podendo os limites de um objeto ser sempre ampliados. O fato é que não parece ser possível conceituar um objeto que tem muita história como a vida, mas é possível construir uma noção dela a partir da observação da diversidade biológica. E é exatamente aí que entra o professor, a sala de aula, e a análise dos textos dos livros didáticos no que diz respeito a um “*discurso da vida*”.

## **6 A vida que se ensina: algumas considerações sobre o discurso do conceito de vida nos livros didáticos de Ciências Naturais e Biologia.**

A esta altura gostaria de me deter mais especificamente na questão da vida (enquanto conceito e caracterização do que é ser vivo) e de como ela tem aparecido nos livros didáticos de Biologia. O intuito é demonstrar a influência dos acontecimentos históricos na constituição de uma espécie de ontologia da própria Biologia enquanto ciência. A todas essas colocações em termos de história, das necessidades, generalidades e contingências que cercaram o nascimento da História Natural, julgo importantes. Todos esses acontecimentos pontuados remetem-nos a uma (re)constituição de fatos que nos permitem melhor compreender os fatos cruciais numa abordagem de perspectiva histórica.

Até o momento, vimos abordando fatos e tecendo considerações sobre a vida no intuito de que pudéssemos chegar a um consenso quanto à possibilidade de sua conceituação. Segundo Claude Bernard<sup>13</sup>, médico e fisiologista francês do século XIX, temos – já naquela época – uma preocupação em torno da incapacidade de conceituação da vida. O próprio Bernard já postulava que a vida poderia ser apenas caracterizada através da observação das características daquilo que é vivo (animado), que possui o dom ou disposição orgânica da vida. Nesse sentido a vida fica restrita não a um conceito puro e direto capaz de explicar por si o que esse termo vem a significar, mas para tanto ela necessita de todo um apoio por sobre as características daquilo que se considera, por mera e simples convenção lingüística e científica, vivo.

Marie François Xavier Bichat<sup>14</sup>, reconhecido fisiologista e anatomista francês que nasceu no século XVIII e viveu até inícios do século XIX, afirmava que “a vida é a soma de fenômenos que resistem à morte”. Definição um tanto quanto vaga visto que os fenômenos vitais, aqueles que têm sede na matéria viva ao mesmo tempo em que lhe conferem a condição de “viva” permite com que ela manifeste a “vida”, logo a vida em si não estaria na matéria, nem tampouco nos fenômenos existentes nela, mas em um princípio que faria com que tais fenômenos ocorressem. Algo que os dirigisse, organizasse seu funcionamento, manutenção e que permitisse ao ser a possibilidade de exercer a sua condição de vivo.

---

<sup>13</sup> Claude Bernard (1813 – 1878).

<sup>14</sup> Marie François Xavier Bichat (1771- 1802).



Esse “algo” capaz de dirigir a vida teria sede na própria matéria orgânica e, em se tratando de aspectos funcionais desse tipo material, seria uma força, ou princípio de natureza físico-química. Eis a concepção vitalista. Vera Portocarrero tece uma observação importante e pertinente sobre a relação da Física e da Química para com a Biologia:

De acordo com os epistemólogos franceses, a noção de força vital é que faz com que a Biologia não seja um braço menor da Física ou da Química e apresente uma especificidade própria às ciências da vida (PORTOCARRERO, 2000, pp. 116-117).

Bichat é uma personagem importante na história de uma das correntes filosóficas muito difundidas e que tenta explicar o fenômeno da vida: o vitalismo.

A retomada do vitalismo, que coloca a questão da natureza da vida e suas determinações em termos de força vital, é correlata do surgimento no início do século XIX, do conceito de vida e de uma nova região do saber, a das ciências da vida (PORTOCARRERO, 2000, p. 116)

Para a Filosofia, o vitalismo se fundaria em uma doutrina que considera a existência de um princípio vital em cada ser vivo. Este princípio não diz respeito à sua roupagem corpórea, nem à alma e tampouco à mente, mas a algo que produziria uma energia própria capaz de gerar e dirigir a vida nos seres. O vitalismo historicamente se opõe ao mecanicismo e ao materialismo que depositam as explicações para a ocorrência da vida limitadas às dimensões explicativas dos processos físico-químicos (JAPIASSÚ & MARCONDES, 2006, p.279).

Sendo assim, como citávamos anteriormente, a vida só tem sentido se analisada dentro de um conjunto de características gerais dos seres vivos que passa a surgir com o nascimento da Biologia. Antes desse fato, porém, a História Natural já nos anunciava a importância da medida e da ordem, como critérios utilizados pela Taxonomia Sistemática no sentido de classificar os seres. Antes de tudo seria preciso (previamente da disposição de uma classificação interna) compará-los para estabelecer uma separação entre aquilo que passa a ser considerado vivo e aquilo que, por sua vez, assume a posição excludente passando a ser considerado não-vivo: a matéria bruta.

Existem duas formas de comparação e somente duas: a comparação da medida e a da ordem. (...) a comparação efetuada pela medida se reduz, em todos os casos, às relações aritméticas da igualdade e da desigualdade. A medida permite analisar o semelhante segundo a forma calculável da identidade e da diferença. Quanto à ordem,

estabelece-se sem referência a uma unidade exterior (...) não se pode conhecer a ordem das coisas “na sua natureza isoladamente”, mas, sim, descobrindo aquela que é a mais simples, em seguida aquela que é a mais próxima para que se possa aceder necessariamente, a partir daí, até as coisas mais complexas (FOUCAULT, 1999, pp.72-73).

Em outras palavras, a Taxonomia nada mais fez do que decidir quem e o que se alia ao discurso da vida excluindo aqueles os quais esse discurso não contemplaria, ou aos quais não se aplicaria e adaptando os demais casos dentro de classificações à parte, geralmente a partir da criação de novos grupos taxonômicos com características comuns. Inicialmente Carolus Linnaeus (Carl von Linné ou simplesmente, Lineu), criador do Sistema de Classificação Binomial e considerado pai da taxonomia moderna classificou os seres em três Reinos: Mineral (*esse*), Vegetal (*vivere*) e Animal (*sentire*). Desde a época em que Lineu iniciou seus trabalhos como *sistemata* muita coisa mudou. Hoje, por exemplo, temos os seres vivos divididos em cinco reinos: Monera (bactérias e cianobactérias), Protista (protozoários e algas unicelulares), Fungi (fungos), Plantae (vegetais e algas pluricelulares) e Animalia (animais), extinguindo-se o dos Minerais e estudando os vírus separadamente. Ou ainda, em três grandes domínios: *Bacteria*, *Archaea* e *Eukarya*.

A História Natural deu lugar à Biologia, novas espécies de seres vivos foram descobertas, novos grupos, subgrupos, filos (divisões), subdivisões, inclusive reinos e domínios foram criados (e tantos outros táxons). A Biologia, termo cunhado por Lamarck, passa agora a ser a ciência não apenas da vida, mas uma ciência dos seres vivos. Inicialmente o escopo da Biologia enfatizava apenas o estudo da Zoologia e da Botânica, subáreas mais antigas dessa ciência, herdadas da História Natural. Outras áreas, que culminaram no surgimento de novas especializações e ultra-especializações foram aparecendo ao longo do tempo com o desenvolvimento de outras ciências paralelas como a Química e a Física, essenciais ao entendimento do funcionamento do mecanismo da vida. Tanto uma quanto outra são de fundamental importância para que se estabeleçam os parâmetros de funcionamento e manutenção que regem as leis que obedecem aos fenômenos vitais.

Mais tarde houve uma ampliação de atuação das Ciências Biológicas. Surgem então as primeiras grandes áreas consideradas como ciências: as Bioestáticas (Morfologia, Anatomia, Histologia e Citologia), a Bioquímica

(preocupada com a composição química dos seres), a Biodinâmica ou Fisiologia (cujo foco é o entendimento do funcionamento dos seres vivos), a Biofísica (responsável pela aplicação da Física às questões biológicas), as Biogênicas (Ontogenia, Filogenia e a Genética) e, por sua vez, as Biotáxicas (Taxonomia ou Sistemática, Biogeografia, Paleontologia e Ecologia) (Menegotto & Azevedo, 1963, pp.15-16; Hennin & Ferraz, 1984, p.7).

Hoje em dia esses termos que designam as supracitadas ciências que, por sua vez, compunham a Biologia, não são utilizados. Para tanto basta observarmos os currículos dos cursos de graduação em Ciências Biológicas, os programas de ensino de Biologia nas escolas e as publicações pedagógicas publicadas a partir desse conhecimento biológico, mais especificamente os livros didáticos, ponto ao qual gostaria de me ater agora, tecendo algumas considerações.

Ao manusear livros didáticos de Ciências Naturais e de Biologia, escritos em diferentes épocas (disponho de livros produzidos no Brasil entre as décadas de 1920 até a década de 2000) notamos marcantes diferenças. Não me refiro à qualidade da edição (inclusive em termos de conteúdo e conhecimento) ou da resolução de figuras, inovações respectivamente oriundas tanto no que tange à melhora das condições editoriais e do avanço da própria ciência. Refiro-me aqui à tipologia discursiva encontradas nesses livros.

Por exemplo, o discurso do conceito de História Natural, ainda no início do século XX, mais precisamente na década de 1920, era o seguinte:

A historia natural tem como objecto o estudo dos corpos que entram na constituição do globo terrestre ou estão na superficie. Dividem-se os corpos em duas categorias: vivos e inorgânicos. Os corpos vivos subdividem-se em dois grupos diferentes: animaes e vegetaes. Os corpos inorgânicos (...) são os mineraes (Noções de Sciencias Physicas e Naturaes, 1923, p.3).

Aos depararmos-nos com o conceito atual de Biologia trabalhado atualmente nas escolas, temos:

O termo Biologia (...) passou a ser utilizado amplamente pelos cientistas a partir do século XIX (...) Até então os animais eram considerados tão diferentes das plantas quanto estas são diferentes dos minerais. Em outras palavras, não existia o conceito abstrato de vida (...) A partir do século XIX, a Biologia tornou-se um campo de pesquisa reconhecido e independente dentro das Ciências Naturais, passando a empregar no estudo dos seres vivos, os procedimentos que caracterizam a ciência moderna (AMABIS & MARTHO, 2006, p.3).

O que pode ser observado aqui, nessa diferença entre duas concepções – a História Natural frente à Biologia - é que com o surgimento da “vida” a Biologia passou a delimitar sua área de atuação, tornando-se mais específica, mas também, ao mesmo tempo, mais ampla. Mais específica porque passou a investigar os modos de funcionamento, manutenção, perpetuação e as possibilidades de relações que um determinado grupo – o dos vivos – estabelece com seus iguais e também com o ambiente, no meio em que vivem. Mas em contrapartida, mais ampla, pois ao conhecer cada vez mais diferentes formas de vida, ao desvendar a biodiversidade, ampliou seus próprios limites, estendeu seu campo de atuação e percepção acerca dos vivos.

Sabedores da importância do livro didático e sua contribuição no enriquecimento da aula de Ciências e Biologia outras questões se levantam. É interessante observarmos e por que não, questionarmo-nos: Para quem esse livro está sendo escrito? Qual o perfil do aluno que debruçará a atenção de seus estudos sobre ele? O que pretende esse livro, no sentido do que deve ser priorizado como objeto do conhecimento a ser ensinado? Todas essas representam questões de cunho sociológico. Questões essas intimamente ligadas com o tipo de indivíduo que se pretende formar e com as concepções discursivas de ciência e educação vigentes na época.

Ao observarmos os livros escritos nessas diferentes décadas observamos que até a década de 1960 os livros mais se pareciam com compêndios ou enciclopédias do que com os livros didáticos atuais, repletos de informações cujo teor é mais técnico. Ao analisar o conteúdo selecionado para compor o corpo do conhecimento desses livros deparei-me com tópicos em Ciências e Biologia para o conhecimento público, mas que hoje não tem mais lugar nos livros atuais. Considerações como “a vida fora da Terra”, “estímulos psíquicos”, “insolação”, “efeito deprimente e estimulante das cores”, “mecanismo de defesa dos olhos”, “o fogo e a vida humana”, “efeito dos ruídos sobre os animais” e tantos outros itens faziam parte dos livros de Biologia na década de 1940 (Costa & Pasquale, 1944; Almeida Junior, 1946; Coimbra, 1949).

Vemos que os livros anteriores à década de 1960 (podemos observar que a partir dos anos 60 os livros de Ciências e Biologia assumiram uma postura um tanto quanto utilitarista, tornando-se reféns de programas curriculares que pautaram

aquilo que deveria ser ensinado principalmente com base nos conteúdos e conceitos exigidos por universidades em seus vestibulares) diziam mais – de maneira mais genérica - dos acontecimentos biológicos, tratando-os como uma espécie de ferramenta de consulta para compreender as coisas do dia-a-dia, como a insolação, por exemplo. Eram como almanaques, repletos de informações úteis para a vida cotidiana e apresentavam uma menor especificidade.

O livro didático exercia muito mais um papel social do que se preocupava com o excesso de informação científica que poderá, mais tardiamente, ser cobrado em algum tipo de exame. Vejamos este exemplo cujo capítulo todo é devotado à questão da higiene e se denomina “Vida Higienica”. Neste capítulo o livro traz o conceito de higiene, do corpo, as questões patológicas da decorrência da falta de higiene, questões de assepsia em geral e do cuidado com a escolha do vestuário, além de ensinar a escolher o tipo correto de calçado: “As deformidades do pé, irritações do seu tegumento, calos, etc., causados pela má escolha do calçado são inconvenientes e observados quase sem exceção” (Costa & Pasquale, 1944, p.199).

Na parte concernente aos tipos de vícios, por sua vez, aborda uma temática que parece tangenciar um conhecimento biológico. Aqui é possível verificar tamanha amplitude na abordagem ao tratar inclusive da questão do jogo alertando a sua periculosidade:

De todas as desgraças que penetram o homem pela algibeira e arruinam o caráter pela fortuna, o mais grave é, sem dúvida nenhuma, essa: o jôgo: os naipes: os dados: a mesa verde (COSTA & PASQUALE, 1944, p.199).

Nesse sentido, as publicações pedagógicas na área biológica pareciam estar mais próximas das pessoas, o que, por um lado, poderia ser explicado pelo tipo de vivência que as pessoas daquela época possuíam, em um contato muito mais próximo da natureza ao contrário de hoje em que a vida moderna afasta cada vez mais nossos alunos do conhecimento do mundo real, enfatizando muito mais aquilo que é virtual onde o aluno pode ver as estruturas detalhadas com um clique de um “mouse” ao invés de desenvolver práticas de coleta no campo e observação ao microscópio óptico. É o preço da modernidade contemporânea, que influencia também os processos educacionais.

Mas, digressões à parte. Na verdade, de posse desses livros didáticos apeteceu-me a ideia, de ao analisá-los, buscar compreender como a vida tem sido

tratada, conceituada ou caracterizada. Qual o discurso da vida nos livros didáticos de Biologia?

O fato é que Jean Claude Bernard persiste com a razão. Nenhum dos livros até o presente conseguiu (e tampouco conseguirá) chegar a um conceito biológico puro e único para a vida. O adjetivo de vivo é dado àqueles que atendem determinadas especificações que fazem parte de um discurso da vida, de um discurso de uma ciência que estabeleceu as pré-definições, os quesitos necessários à classificação dos seres enquanto vivos.

Os livros didáticos analisados para a escrita da presente tese, em geral, definem a vida a partir de características gerais dos seres vivos. São elas: a) capacidade de crescimento; b) motilidade; c) irritabilidade; d) ciclo de vida; e) composição química; f) capacidade de reproduzir-se; g) capacidade de sofrer mutações; h) capacidade de evoluir; i) capacidade de adaptação; j) presença de célula(s); k) capacidade de respiração; l) capacidade de nutrição<sup>15</sup>.

Dentro dessas características a que os livros dão mais ênfase é a presença de célula(s). A célula é considerada a unidade fundamental (tanto morfológica quanto funcional) de um ser vivo. Corresponde à menor unidade da vida podendo-se dividir os seres em uni ou pluricelulares. A capacidade de responder a estímulos – ação e reação - está representada pela irritabilidade. A motilidade, por sua vez, nem sempre é observada em todas as fases da vida de um ser, ficando restrito às plantas através dos tropismos (movimentos vegetais) e em alguns animais, por exemplo, em apenas uma das fases da vida, podendo ser na fase larval e desaparecendo na vida adulta (ou em casos específicos da alternância de gerações onde o pólipo é fixo e a medusa é livre natante). O crescimento normalmente dá-se por aumento do número de células (divisão celular; mitose), mas também pode dar-se por alongamento celular. A composição química fica a cargo da constituição molecular: as biomoléculas (carboidratos, proteínas, lipídios, ácidos nucléicos e etc.). Entre elas destaca-se o DNA (ácido desoxirribonucleico) que abriga os genes e pode alterar-se causando mutações, o que explica o processo evolutivo e adaptativo. Quanto à

---

<sup>15</sup> Essas características foram retiradas como exemplo dos livros didáticos selecionados para a análise deste trabalho. Elas correspondem a uma visão geral das características de seres vivos que aparecem nessas publicações para serem trabalhadas pelos professores em sala de aula. Cabe lembrar que nem todos os livros trazem todos esses exemplos, e que foram citados aqui para que se possa ter uma espécie de panorama geral das características dos seres vivos presentes nesses materiais pedagógicos.

respiração e a nutrição, constituem-se em processos bioquímicos complementares com a finalidade de produzir energia para a manutenção do ser. Cabe lembrar que a finitude desse ser passa pelo estabelecimento de um ciclo de vida (nascer, crescer, reproduzir-se e morrer).

O que temos então aí explicitados? Elementos que constituem o discurso sobre a vida. Cabe lembrar que tudo aquilo que não cabe nesse discurso não pode ser considerado vivo. Sim! Existe um corte arbitrário que delimita a zona fronteira daquilo que a partir desses itens deve ser considerado como vivo. Dois exemplos servem de maneira muito clara para elucidar essa arbitrariedade do discurso científico da Biologia moderna: os minerais e os vírus.

Começemos pelos minerais. Ora, pelo simples fato de que os minerais são compostos de matéria inorgânica, e não de biomoléculas, já os excluem da condição de seres vivos. Só biomoléculas podem constituir a estrutura celular e sendo assim, os biólogos extinguiram o Reino Mineral. Cabe ressaltar que a assimilação da matéria inorgânica pelos minerais, está longe de ser comparada ao processo de nutrição dos seres vivos como se supunha em livros didáticos mais antigos.

Com relação aos vírus, o ramo da Biologia que os estuda chama-se Virologia, mas onde se insere essa área? Submetida ao estudo dos micro-organismos que ocupam qual classificação dentro da escala evolutiva biológica?

Os vírus constituem um grupo de seres vivos considerado à parte por não atenderem a essa classificação de seres vivos. Primeiramente por não apresentarem estrutura celular, e em um segundo momento por não apresentarem a maquinaria necessária à sua própria reprodução e metabolismo próprio. Um vírus fora de uma célula fica em estado latente - alguns livros falam em forma “cristalizada” - não apresenta metabolismo e por isso considerado um parasita intracelular obrigatório. Assim como os minerais, os vírus, por muito tempo foram excluídos – por alguns autores - da condição de vida por não atenderem os pré-requisitos do discurso vigente das Ciências Biológicas.

Exclusões à parte, algumas adaptações também são possíveis de serem feitas dentro da classificação biológica. Por exemplo, os fungos que antes eram estudados dentro da Botânica foram inseridos em um reino próprio por apresentarem uma nutrição diferenciada das plantas justificada pela ausência de clorofila. Logo, fungos não fazem fotossíntese, não produzem seu próprio alimento

(heterotróficos por absorção). Continuando a atender os quesitos prescritos pelo discurso daquilo que é considerado vivo, foram apenas remanejados e foi instaurado o Reino Fungi. Tais postulados são fruto da pesquisa na área biológica e, inicialmente, surgem como sugestão. Aquilo que parece ser mais plausível passa a ser adotado como “verdade” pelos demais cientistas, o que faz surgir uma espécie de consenso dentro da ciência.

Observando diferentes livros didáticos atuais, o que vemos é uma certa igualdade. Parece que as Ciências Naturais e a Biologia já atingiram um patamar de conhecimento que parece não evoluir mais tão rápido no que diz respeito ao conteúdo a ser ensinado nas escolas. Os conhecimentos e a forma com que estão colocados, explicitados nos livros é muito parecido. O que diferencia alguns livros são propostas mais ou menos inovadoras na distribuição de conteúdos e conceitos por séries, seus descritores conceituais, nos tipos de textos, suas atualizações e referenciais teórico-bibliográficos que trazem consigo. O número de exercícios, a distribuição de conteúdos em conceitos, ou em eixos temáticos, o material de apoio ao professor que o acompanha e etc.

Ainda assim, a essência do livro permanece a mesma. Os livros analisados parecem ter sido feitos a partir de uma mesma fôrma ou a partir de um discurso regulador que os levariam a atender a certa demanda tanto do *que* se quer que se ensine, quanto *para quem* e *como* se quer que se ensine Ciências Naturais e Biologia.



## **PARTE II**

### **TESE E METODOLOGIA DA PESQUISA**

## 7 Um modo de fazer.

Para desenvolver essa pesquisa acerca do “discurso sobre a vida”, da referência que os livros didáticos de Biologia fazem à “vida” e ao “vivo” em termos de (de)limitações e até mesmo do esboço de tentativas sempre sem sucesso de conceituar a vida, é fundamental que haja uma explanação de como foi realizado, em termos metodológicos, o trabalho que se encerra nesta tese. Sendo assim, se o foco dessa pesquisa é o livro didático de Biologia, é preciso especificar quais são esses livros e, a partir disso, as categorias, os indicadores que foram escolhidos por mim para proceder, dar andamento a esse trabalho.

Antes de qualquer coisa é necessário fazer um esclarecimento acerca da escolha dos livros. Todos eles são publicações recentes (da primeira década deste século), por um simples motivo: não quero fazer a história do discurso da vida nos livros didáticos – o que me isenta da explicação pela não escolha de publicações mais antigas -, o que de fato me interessa é a análise desse discurso em um contexto presente, atual, contemporâneo. *De que modo os textos técnicos dos livros didáticos de Biologia, nesse recorte temporal pré-determinado, tem tratado de tal matéria?*

Ainda com relação a estas publicações pedagógicas é preciso especificar mais alguns dos critérios de seleção por mim utilizados: a) a utilização atual desses livros pelas escolas privadas de ensino médio de Porto Alegre, RS; b) os livros mais utilizados por essas escolas foram selecionados por mim a partir de uma consulta às listas de materiais disponíveis nos sites dessas escolas; c) alguns dos livros foram por mim incluídos nessa análise por apresentarem-se como “clássicos” – assim consensualmente considerados por colegas professores – da Biologia, ou ainda outros por apresentarem algum tipo de texto “discordante” dos demais, ou seja, no sentido de analisar o que levou o autor a se posicionar de determinada maneira com relação ao tratamento dado à noção de vida.

Além disso, houve outro critério para seleção dos livros: a contemporaneidade. Foram escolhidos apenas livros publicados na primeira década de 2000. Isso fez com que pudesse de uma maneira mais rigorosa, analisar o texto de livros que tem circulado em uma mesma época, ou seja, tornou possível a percepção de algumas questões referentes à atualização desses materiais pedagógicos de acordo com a evolução do conhecimento biológico.

A relação dos livros selecionados para análise, bem como a de seus autores, segue na tabela abaixo:

**TABELA 2 – Relação dos livros didáticos analisados: autor(es), título, editora e ano de publicação (FONTE: O AUTOR).**

AUTOR(ES)	TÍTULO DO LIVRO	EDITORA	ANO
<b>Sídio Machado</b>	Biologia: ciência e tecnologia	Scipione	2009
<b>Armênio Uzunian e Ernesto Birner</b>	Biologia: volume único	Harbra	2008
<b>Sônia Lopes</b>	Bio: volume único	Saraiva	2008
<b>Sérgio Linhares e Fernando Gewandsnajder</b>	Biologia	Ática	2007
<b>José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho</b>	Fundamentos da Biologia Moderna	Moderna	2006
<b>José Luís Soares</b>	Biologia: volume único	Scipione	2004
<b>César da Silva Júnior e Sezar Sasson</b>	Biologia: volume único	Saraiva	2003

Sendo assim, explicitados os critérios de seleção dos livros, cabe agora uma explanação sobre as primeiras análises realizadas. Análises essas que consistiram na observação atenta e na seleção de trechos dos textos que integram os capítulos iniciais dos livros didáticos de Biologia que tratam sobre o escopo da Biologia.

Nestes capítulos procurei observar de que forma é feita a apresentação, a introdução da Biologia aos alunos. Procurei me deter na explicação que os autores colocam para justificar não apenas a existência da Biologia, sua organização em termos de subdivisões, a etimologia da palavra, algum tipo de informação de conteúdo histórico, mas sempre atento ao conteúdo que trata de sua pretensão objetiva. Considero essa primeira análise fundamental, pois é nela – e a partir dela -

que se pode compreender que o real objeto de estudo da Biologia é uma “vida” de caráter adjetivo, de qualidade e característica da matéria viva, do ser vivo e não um substantivo a ser definido enquanto conceito.

Após esse primeiro momento, decidi enfrentar outra questão também presente nesses livros: a origem da vida. Considerei necessário analisar os capítulos que tratam desse tema porque percebi que talvez sejam aqueles que mais fortemente apresentam uma dimensão histórica. Ao reportarmo-nos a épocas remotas da atuação científica, ou até mesmo antes desta, onde o conhecimento empírico era sustentado por explicações meramente especulativas, pude perceber ao longo da esteira dos conhecimentos históricos a existência de uma relação direta entre o aprimoramento científico e as construções hipotéticas – algumas testadas experimentalmente - com relação ao surgimento do primeiro ser vivo.

Acredito que para que se consiga delimitar a vida, compreender as características do vivo a partir do desenvolvimento da Biologia, é preciso também observar as possibilidades de seu surgimento, elementos e fatores que levaram a humanidade a crer que em determinado momento histórico a vida poderia ter surgido daquela maneira. Além disso, quais são os resquícios, as contribuições dessas teorias para o que contemporaneamente se aceita como característica dos seres vivos, ou qualidades da matéria viva?

Em um terceiro momento resolvi analisar tanto a organização quanto aquilo que se convencionou ser, pela Biologia, o conjunto das características dos seres vivos. Minha concepção em torno da possibilidade de conceituação e delimitação do objeto “vida” começa a mudar, tornando-se mais clara, a partir do momento em que pude perceber que essa ciência deu os limites à vida, e que todo o conhecimento biológico se pauta sobre os vivos, sendo assim o que realmente importa para a operabilidade dessa ciência passa a ser o modelo vivo sobre o qual ela se debruçará, a vida enquanto acontecimento, fenômeno manifesto. Portanto durante essa parte da análise, observaremos que os textos dos livros didáticos referentes às características dos seres vivos se adensam quando comparados aos outros, mais iniciais, que tratam de uma maneira mais rápida e superficial discutir a (im)possibilidade da resposta à pergunta “o que é vida?”.

Além dessas análises foi realizada uma varredura geral nos textos desses diversos livros com o intuito de encontrar algum outro elemento, ou até mesmo

contradição, cuja discussão pode contribuir para o debate em questão. Cabe lembrar que em alguns casos poderá ser evidenciada nos textos certa discrepância em termos conceituais que podem ter sua origem em correntes distintas do conhecimento biológico, ou até – mesmo em se tratando de textos contemporâneos – na ausência de atualização dos mesmos em face aos constantes avanços tecnológicos ligados à Biologia.

Cabe lembrar que somada a essas análises se encontra sempre uma perspectiva que dimensiona a relação da Biologia com o texto do livro didático e a prática do professor dessa disciplina no ensino médio. Esse trabalho não pretende se reduzir à análise de livros didáticos, é preciso trazê-la para o mundo da educação onde realmente se enfrenta o problema: a sala de aula.

Além disso, a ideia desta tese surge a partir do momento em que eu, professor, me deparo com um grupo de alunos em sala de aula para ensinar Biologia. Com isso não serão poucas as reflexões que aparecerão ao longo deste texto, sempre com o intuito de contribuir para a discussão científico-pedagógica, esperançoso de que o tipo de problema colocado por mim ajude de alguma maneira a esclarecer uma questão: *que vida é essa de que trata a biologia nos livros escolares?*

**PARTE III**

**ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA**

## **8 Sobre os livros didáticos: considerações e percepções.**

Acredito que antes de partir para a análise propriamente dita dos conteúdos que por mim serão examinados e que dizem respeito à “vida” e ao “vivo” nos livros didáticos de Biologia, sejam necessárias algumas informações acerca dessas obras. Antes de observar a disposição dos conteúdos, a organização de seus textos, também é importante que se conheça um pouco de cada livro, elementos que geralmente passam despercebidos pelos estudantes que os manuseiam e até mesmo aos professores que os indicam. Estes, muito mais atentos e preocupados com a informação propriamente dita, muitas vezes não observam elementos de outra ordem como, por exemplo, informações sobre os autores, a maneira justificada sobre como o livro foi pensado, ou deva ser usado, bem como concepções diversas acerca da própria estruturação do livro didático.

Sendo assim, acredito ser de extrema relevância de que nos inteiremos dessas informações as quais nos permitem compreender mais e melhor a maneira como essas publicações foram pensadas. Além disso, conhecendo as intenções desses livros é possível visualizar uma relação entre a maneira como os livros foram construídos, o viés de formação dos autores e os objetivos que por estes, na medida do possível, pretendem ser alcançados em termos de compreensão e apreensão do conhecimento biológico.

O primeiro livro a ser analisado é o de Amabis e Martho cujo ano de publicação é 2006 e, no caso do exemplar que tenho em mãos para análise, consta como sendo a quarta edição. José Mariano Amabis é Doutor em Biologia/Genética pelo Instituto de Biociências de São Paulo e Gilberto Rodrigues Martho é licenciado em Ciências Biológicas pela mesma instituição. Este é um livro muito utilizado pelas escolas como apoio à disciplina de Biologia no Ensino Médio. Apresenta um texto claro e de fácil compreensão, com muitos esquemas, ilustrações e mapas conceituais que permitem aos estudantes uma melhor compreensão – organizada e sistematizada – das matérias tratadas. O glossário e o índice remissivo presentes no livro contribuem muito para o estudo, além de uma organização em termos técnicos um pouco diferente de outros livros focando inicialmente o ser vivo no ambiente, sua interação e um nível macro, para que só em um segundo momento se comece a aprofundar questões atinentes a um nível micro de estruturação morfofisiológica e outros conteúdos mais detalhados acerca dos seres vivos.

Outro livro comumente utilizado nas escolas é o de Sônia Lopes (2008). A referida autora é professora doutora do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. A sistematização dos conteúdos é mais tradicional, respeitando uma espécie de tradição dos livros de Biologia – possível de ser percebida principalmente em livros mais antigos – onde parecia haver um consenso de que antes de entendermos a relação dos seres vivos com o ambiente era preciso compreender sua estruturação em termos molecular, celular, orgânica, para que só depois se pudesse analisar a dimensão ecológica dos vivos e o âmbito da biodiversidade, das relações, das trocas. Alguns elementos como textos que fazem a ligação dos conteúdos com o cotidiano, roteiros pré-sistematizados e pequenos resumos ao final de cada capítulo, facilitam o estudo e a compreensão de cada um dos conteúdos.

O nome de José Luís Soares é também muito conhecido quando se trata de recorrermos às publicações relacionadas ao ensino de Biologia. Além de Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas, o autor em questão também tem em sua formação o curso de Medicina. O exemplar de seu livro que tomei como objeto de análise data de 2004, tratando-se na época de uma “revisão atualizada”. Seus textos são compactos, sucintos, com informações básicas acerca dos conteúdos. Não há espaço para discussão, é um livro mais objetivo cujo caráter informativo de elementos técnicos predomina. O que chama a atenção é que mesmo tendo sido publicado em 2004 não traz – como outros livros trazem – elementos de Biologia Molecular, ou seja, mesmo para o ano em questão há uma defasagem em relação a outros livros nesse aspecto. Assim como a obra de Sônia Lopes, a organização e distribuição do conteúdo contempla uma anterior compreensão do micro para posterior entendimento do macro.

Linhares e Gewandsnajder (2007) também apresentam uma obra de textos curtos, informações objetivas e uma disposição tradicional dos conteúdos como José Luís Soares. Sérgio Linhares é Bacharel e Licenciado em História Natural pela Universidade do Brasil (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro) sendo também ex-professor dessa instituição. Fernando Gewandsnajder é Licenciado em Biologia pelo Instituto de Biologia da UFRJ, Mestre em Educação pelo Instituto de Estudos Avançados em Educação da Fundação Getúlio Vargas, Mestre em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e Doutor em Educação pela



Faculdade de Educação da UFRJ. A obra em questão datada de 2007 diz respeito à primeira edição e também não apresenta um conteúdo atualizado no que diz respeito aos avanços da Biologia Molecular, mas nela consta um capítulo especial, embora curto, que trata sobre drogas.

César da Silva Júnior e Sezar Sasson são autores do livro conhecido como César e Sezar. César é Licenciado em História Natural pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP) e professor da rede particular de ensino de São Paulo. Sezar é licenciado pelo Instituto de Biociências e pela Faculdade de Educação da USP, atuando como professor e supervisor de Biologia do Curso Anglo Vestibulares. O livro foi lançado em 2003, sendo o que mais contempla assuntos dentro dos conteúdos trabalhados em Biologia no Ensino Médio. É possível observar, já no índice um conteúdo bem sistematizado, completo e bem detalhado. O que chama a atenção é a maneira como os textos foram estruturados; a grande quantidade de matéria trabalhada pelos autores é de fácil apreensão tanto pela linguagem dos textos quanto pela relação dos mesmos com elementos do cotidiano e também pela presença de tabelas, esquemas e desenhos que facilitam a sua compreensão.

O livro de Sídio Machado, professor adjunto do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense, intitulado *Biologia: ciência e tecnologia*, inova, não no sentido da organização dos conteúdos, – também de forma mais tradicional – mas no que diz respeito aos elementos que complementam os textos. A todo momento, ao analisarmos os capítulos, é possível encontrar pequenos textos que relacionam os conteúdos em questão com ciência e tecnologia, história da ciência, ciência e cidadania e faz referências aos cientistas prêmios Nobel. Além disso, há um grande número de práticas sugeridas para que o conhecimento não fique apenas no campo da teoria, sendo passível de ser verificado na prática com matérias simples que podem ser empregados na construção dos experimentos. Os textos são claros, bem ilustrados e ao final de cada capítulo é possível observar um glossário com palavras que podem ser desconhecidas dos alunos – termos técnicos – e seus respectivos significados.

Por fim, temos o livro de Uzunian e Birner (2008). Armênio Uzunian cursou Ciências Biológicas na Universidade de São Paulo e Medicina na Escola Paulista de Medicina onde também obteve grau de mestre em Histologia. Ernesto Birner cursou

Ciências Biológicas na Universidade de São Paulo. Seu livro, em edição posterior, foi vencedor do prêmio Jabuti (2002). Atualmente é um dos livros de Biologia mais utilizados nas escolas no Ensino Médio. Impressiona o grau de aprofundamento dos textos, as ilustrações e os exercícios selecionados que se encontram no final de cada capítulo. Isso tudo sem fazer com que o aluno não consiga compreender, ou tenha repulsa pela leitura, pois a linguagem utilizada é bem adequada tanto à realidade escolar quanto ao rigor da linguagem científica que pauta o texto dos conteúdos relacionados à Biologia. Entre todos os analisados é o livro que mais possui fotos ilustrativas, micrografias e uma qualidade que se assemelha muito - tanto em construção quanto em apresentação - aos livros utilizados em nível superior, na graduação em Ciências Biológicas.

Essas foram algumas breves observações acerca dos livros que por mim serão utilizados para análise tendo sido escolhidos por critérios previamente já explicitados. Cabe lembrar que a temática sobre a qual irei debruçar a minha atenção é a do objeto da Biologia, a vida sob o prisma do vivo, a vida manifesta nos textos dessas publicações encarnada no ser. *Como a vida aparece referenciada nos textos dessas publicações e como esse elemento – sob a forma do vivo - opera no centro das relações e do conhecimento das Ciências Biológicas?*

## **9 O conceito de vida nos capítulos introdutórios dos livros didáticos de Biologia.**

Conquanto não seja fácil definir a vida, ao menos contentemo-nos em senti-la e compreendê-la dentro de nós mesmos e ao nosso redor. Estaremos muito mais aptos a entender o verdadeiro significado da vida se procurarmos conhecer em toda a sua intimidade os complexos fenômenos que se processam na matéria viva (SOARES, 2004, p.7).

Os textos introdutórios dos livros didáticos de Biologia são muitos similares. Esse tipo de escrita consiste em uma tentativa de apresentar ao aluno não apenas aquilo que deverá ser estudado, mas também visa apresentar aos estudantes a disciplina escolar de Biologia em uma tentativa de despertar seu interesse ao abordar temáticas como a etimologia da palavra Biologia, justificativas para a necessidade de seu estudo, bem como elementos históricos que – mesmo superficiais – auxiliam, ou justificam, sua importância enquanto área de conhecimento.

O estudo dessa ciência ajuda a compreender as rápidas transformações científicas e tecnológicas – provocadas, por exemplo, pela engenharia genética – e os grandes problemas de nosso tempo, como a fome, a Aids, as drogas e os desequilíbrios ambientais (LINHARES & GEWANDSZNAJDER, 2007, p.10).

Sônia Lopes ainda corrobora:

O estudo dessa ciência pode ser feito em vários níveis de organização dos seres vivos, desde o molecular – analisando as moléculas que formam o corpo dos organismos – até o das relações entre os seres vivos, e entre eles e o mundo vivo (LOPES, 2008, p.14).

Com isso é possível observar também que algumas dessas publicações apresentam ainda as subdivisões da Biologia no sentido de demonstrar seu grau de amplitude e abrangência – “A Biologia é uma ciência muito ampla, que se preocupa com o estudo de todos os seres vivos e procura compreender os mecanismos que regem a vida” (LOPES, 2008, p.14) - o que não poderia ser diferente tendo em vista que aquilo pautado a sua importância é exatamente a diversidade da vida. César e Sezar utilizam exatamente essa questão para que se possa compreender a Biologia sob a perspectiva da diversidade biológica. Afirmam os autores:

Os seres vivos são muito diferentes entre si. Ao mesmo tempo, são incrivelmente parecidos. Essas duas frases podem parecer totalmente contraditórias. No entanto, ao longo deste capítulo, queremos mostrar a você que, na verdade, as duas coisas podem ocorrer ao mesmo tempo (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.8).

Ao trabalharem com a questão da igualdade e da diferença suscitam curiosidade. Como aquilo que é diferente pode ser igual? Esse raciocínio inicial se verifica extremamente eficaz quando se percebe a intenção dos autores. Antes mesmo que o leitor/aluno não consiga perceber a relação que se pretende estabelecer, o próprio texto já busca esclarecer:

A diversidade da vida é impressionante e pode ser facilmente verificada. Pense um pouco nas diferenças que existem entre uma samambaia e uma galinha, uma bactéria e um elefante, uma foca e um cogumelo... O processo de nutrição de uma samambaia, que faz fotossíntese, é totalmente diverso do de uma galinha; os tamanhos da bactéria, que é microscópica, e do elefante são bastante contrastantes. Assim, formas, cores, tamanhos, locais onde vivem, o fato de se movimentarem ou não e a maneira como se nutrem fazem com que, nos milhões de espécies existentes, o fenômeno "vida" assuma aspectos muito diversificados. Você já ouviu a palavra "biodiversidade"? É a essa riqueza de forma que ela se refere. (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.8).

Os leitores/alunos passam a compreender que, mesmo havendo diferenças entre os seres vivos, existem comportamentos que são de uma ordem coletiva dos "vivos" como a nutrição, exemplo citado pelos autores. Sendo assim, é possível fazer associações com outros desses processos básicos que mantêm os organismos como reprodução, respiração, desenvolvimento, etc. Ou seja, mesmo na diferença que reside entre os vivos é possível estabelecer a ocorrência de traços comuns:

Ao mesmo tempo em que os seres vivos são muito diferentes entre si, eles também são muito parecidos, mesmo que isso não seja visível de imediato. Nos itens seguintes, discutiremos com cuidado cada uma dessas semelhanças (CÉSAR & SEZAR, 2003,p.8).

Ainda seguindo essa lógica, o interesse da Biologia residiria no estudo da história evolutiva dos grupos de seres vivos na medida em que é possível identificar diferenças e apontar traços comuns entre eles. Já em outro nível de olhar que os biólogos projetam sobre as formas de vida, também seria possível elucidar os meios moleculares, metabólicos que mantêm as estruturas vivas.

Os seres vivos estão à nossa volta, fazem parte do cotidiano. (...) Essa diversidade de formas e tipos constitui o objeto de estudo da Biologia, que se preocupa com o aspecto, o funcionamento, as interações e a história evolutiva dos seres vivos (MACHADO, 2009, p.16).

Além da questão objetiva, à qual verdadeiramente se dispõe a Biologia, tanto enquanto ciência, enquanto disciplina escolar, muitos dos livros didáticos procuram iniciar a discussão em torno “o que é a vida?” tentando conceituá-la. É muito comum nos capítulos introdutórios percebermos uma explicação acerca da etimologia da palavra.

Algumas dessas explicações em nível etimológico são bem sucintas, já outras são carregadas de uma argumentação que busca um sentido para uma mera explicação de que a Biologia é apenas “a ciência da vida”, como consta nos livros de Sídio Machado (2009) e Sônia Lopes (2008).

A palavra biologia deriva do grego *biós*, que significa “vida”, e *logos*, que significa “estudo” ou “conhecimento”. Portanto, Biologia é a ciência que estuda a vida (MACHADO, 2009, p.16).

A palavra Biologia deriva de duas outras: *bio*, que quer dizer vida, e *logos*, que significa estudo. Assim, Biologia quer dizer “estudo da vida” (LOPES, 2008, p.14).

As definições acima são meramente etimológicas e não dizem nada ao aluno. Não são capazes de definir a área de atuação de uma ciência e tampouco exprimem a realidade do que será estudado durante o ano letivo na disciplina de Biologia, tendo em vista a amplitude conceitual do termo “vida”.

Luiz Eduardo Cheida (2002)<sup>16</sup> inicialmente parece ir pelo mesmo caminho ao afirmar que “a Biologia é a ciência que estuda os seres vivos. É por isso que tem esse nome, uma vez que *bios* significa vida e *logos*, estudo” (CHEIDA, 2002, p.11),

---

<sup>16</sup> Luiz Eduardo Cheida é médico formado pela Universidade estadual de Londrina, professor de Biologia na rede particular de ensino e professor de Paleontologia na Universidade Filadélfia. Seu livro é bem ilustrado, com muitos esquemas, mas de conteúdo extremamente resumido. A organização das matérias também se dá do mais simples ao mais complexo sendo um livro basicamente de informação recheado de alguns exercícios – não muitos – numa tentativa de enorpá-lo, mas em termos de discussão acerca dos conteúdos deixa a desejar em termos de profundidade. A impressão é que a objetividade, talvez desejada pelo autor a perceber-se na forma de sua escrita, deu lugar a um excesso de superficialidade no tratamento das matérias. Seu livro foi retirado da análise por não ser volume único como os demais, mas é interessante como ele faz a abordagem em torno da vida, exemplificando onde reside a diferença entre os seres (aquilo que é e o que não é dotado de vida), facilitando assim uma compreensão inicial por parte do aluno – mesmo que superficial – do que vem a ser um “ser vivo”.

mas em seguida exemplifica onde reside a diferença entre a vida e a não vida, delimitando mais a função da Biologia enquanto ciência de seu foco enquanto conhecimento pedagógico: "ar, pedras, água são seres não-vivos. Plantas, animais, fungos, bactérias, vírus são seres vivos" (CHEIDA, 2002, p.11).

Outras definições etimológicas com uma carga um pouco maior de reflexão e informação podem ser encontradas, principalmente, nos livros de Amabis e Martho, José Luis Soares e Sídio Machado:

O termo Biologia, formado pela união das palavras gregas bios, que significa vida, e logos, que significa estudo, passou a ser utilizado amplamente pelos cientistas a partir do século XIX (AMABIS & MARTHO, 2006, p.3).

Etimologicamente, o termo BIOLOGIA significa "estudo da vida" [...]. Todavia, dar uma definição para a vida tem sido, através os tempos, uma tarefa frustrada para cientistas, filósofos e lexicólogos [...]. Nos dicionários, é comum encontrarmos definições de vida que a qualificam de "um complexo de propriedades, como nutrição, respiração, excitabilidade e reprodução, que caracteriza a matéria vivente e a distingue da matéria não-vivente, chamada matéria bruta (SOARES, 2004, p.7).

Amabis e Martho trazem uma informação histórica, o século XIX, que marcaria a emergência da Biologia tendo em vista a possibilidade de aceitação de uma vida com características comuns aos seres vivos. A transição de uma epistemologia clássica onde predominava a História Natural, para outra moderna onde passa a se considerar um conjunto de características comuns que acabam por definir os limites da ocorrência da vida, ou, da mesma maneira, da existência dos vivos.

José Luis Soares vai ao sentido de demonstrar ao leitor estudante o quão complexa é a definição de vida. Ao se referir como "tarefa frustrada" quer demonstrar que a vida - enquanto conceito amplo - deve ser deixada de lado para o conhecimento biológico e que a Biologia não se preocupa com tal amplitude, mas em estudar as distinções entre aquilo que é vivo daquilo que não é dotado de vida. E que, em outras palavras, residiria no conhecimento das formas de vida um deslocamento da amplitude daquilo que pode ser, ou não, considerado vivo. Sendo assim, o conhecimento produzido por essa ciência seria capaz de, a partir de

alguma nova descoberta acerca das formas de vida, alterar o espectro de considerações que qualificam e caracterizam os seres vivos.

Ainda em outros pontos de leitura dos livros analisados, pode-se observar uma referência ao contexto histórico em uma tentativa de situar o estudante em relação à importância do estudo da Biologia, mais especificamente na importância do conhecimento daquilo que ela se propõe a estudar, no caso a vida.

Sídio Machado adota uma posição muito próxima a de José Luis Soares. Enfatiza a dificuldade – ou impossibilidade – de uma definição de vida para a Biologia, também demonstra de certo modo como isso foi debatido ao longo da história da humanidade por cientistas e filósofos e por fim, parte para o caso concreto: a de uma Biologia observada a partir do desenrolar da vida, da manifestação dos vivos, de sua história evolutiva e suas relações ecológicas em um sentido amplo, como é possível observar nos dois trechos que seguem:

Essa é uma pergunta muito difícil de ser respondida. Segundo alguns cientistas, seria mais sensato perguntar quais as diferenças entre um sistema vivo e um sistema não vivo. Ou ainda: quando e de que modo ocorreu a transição entre esses dois sistemas [...] não é fácil definir o que é vida. Várias gerações de cientistas e filósofos têm procurado uma resposta plenamente satisfatória, mas ainda não a encontraram. É de esperar, porém, que algum dia essa resposta venha a surgir (MACHADO, 2009, p.15).

Os seres vivos estão à nossa volta, fazem parte do cotidiano [...] Essa diversidade de formas e tipos constitui o objeto de estudo da Biologia, que se preocupa com o aspecto, o funcionamento, as interações e a história evolutiva dos seres vivos (MACHADO, 2009,p.16).

Na mesma linha de esclarecimentos em torno do conceito de vida nos capítulos introdutórios dos livros didáticos de Biologia, temos igualmente Amabis e Martho contribuindo ainda mais para essa discussão, trazendo elementos históricos que precederam o já referido século XIX.

Nessa época, alguns estudiosos da natureza chegaram à conclusão de que animais e plantas diferiam dos seres inanimados por apresentarem uma série de características típicas, o que justificava chama-los de seres vivos (...). Até então, os animais eram considerados tão diferentes das plantas quanto estas são diferentes dos minerais. Em outras palavras, não existia o conceito abstrato de vida; os estudos referiam-se apenas a aspectos particulares de animais e vegetais, principalmente sua classificação e anatomia (AMABIS & MARTHO, 2006, p.3).

Mais uma vez se pode notar que a vida não era algo passível de ser observada como traço em comum de determinados seres. Cada ser possuía mais exatamente um modo de existência, e não um modo de vida. Mas o mais interessante é que Amabis e Martho justificam a emergência da Biologia enquanto ciência a partir de uma série de técnicas procedimentais com rigor científico – típico da investigação científica moderna - que buscaram conhecer mais as formas de vida, sendo assim possível compará-las e estudá-las de maneira mais ampla e ao mesmo tempo mais específica, mas sempre considerando a vida que ela pretendia estudar como o conhecimento produzido pela observação e análise da inter-relação das diferentes formas de vida.

A partir do século XIX, a Biologia tornou-se um campo de pesquisa reconhecido e independente dentro das Ciências Naturais, passando a empregar, no estudo dos seres vivos, os procedimentos que caracterizam a ciência moderna (AMABIS & MARTHO, 2006, p.3).

Ainda, o livro de Amabis e Martho surpreende pela atualidade. Os autores trazem para a discussão sobre a conceituação do objeto de estudo da Biologia Ernst Mayr<sup>17</sup>, cientista que desenvolveu seus estudos durante o século XX, e, portanto, contemporâneo. Os autores, ao mencionarem Mayr, querem demonstrar o quanto a mera e simples definição do conceito de vida frustraria a grandiosidade da própria Biologia, não sendo este para Mayr, assim como insistem alguns autores, o verdadeiro objetivo da Biologia.

Definir vida tem sido um dos grandes desafios de biólogos e filósofos. Cientistas eminentes como o zoólogo alemão [...] Ernst Mayr (1904-2005), acham que não é possível definir vida claramente. Sobre isso, Mayr opinou em 1982: “Fizeram-se repetidas tentativas para definir ‘vida’. Esses esforços são um tanto fúteis, visto que agora está inteiramente claro que não há uma substância, um objeto ou uma força especial que possam ser identificados à vida” (AMABIS & MARTHO, 2006, p.3).

Para Ernst Mayr, embora existam características que definam a vida e consigam separar os vivos de outros seres não dotados de vida, o que importa para a Biologia, realmente, é entender como funcionam esses seres, os processos que mantêm a vida.

---

<sup>17</sup> Ernst Mayr (1904 – 2005).



Mayr admitia a possibilidade de definir o que ele chamava “processo de vida”. Ele disse: “O processo de vida, contudo, pode ser definido. Não há dúvida de que os seres vivos possuem certos atributos que não são encontrados [...] em objetos inanimados” (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

A proposição de Mayr vai ao encontro do que seria o verdadeiro escopo da Biologia. Estudar a complexidade da vida, sua fenomenologia observada a partir da atividade dos vivos, suas funções, o processo como um todo, desde seu funcionamento até as relações que estabelece com outros seres e com o próprio ambiente no qual estaria inserido. Sendo assim, seria possível definir não a vida, mas modos de vida que seriam cada vez mais ampliados a partir do momento em que novas espécies com outras demandas materiais, genéticas, metabólico-estruturais e etológicas fossem descobertas. Nesses momentos de descoberta de novas formas de vida, seria possível ampliar cada vez mais as possibilidades de compreensão da própria vida na medida em que seu espectro se tornasse mais complexo. Talvez aí - creio eu - esteja o verdadeiro sentido objetivo da Biologia: estudar a complexidade da vida e descrever seus processos, longe de apenas conceituá-la, mas compreendê-la na trama de suas relações tanto moleculares quanto ecológicas.

Ainda podemos observar nos livros de Linhares e Gewandsnajder, José Luís Soares e Uzunian e Birner, uma possibilidade fática no que pode ser de certa forma “resumida” a importância do estudo da Biologia se não o “estudo da vida”. Em determinados pontos de seus textos esse autores são enfáticos ao afirmar que “*a Biologia é a ciência que estuda a vida ou, mais precisamente, as características dos seres vivos*” (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.10). A vida seria deslocada de substantivo a ser definido para adjetivos a serem considerados, estudados, elucidados. Nesse sentido, não se dá – e nem se poderia dar – ênfase ao que é a vida quando se ensina Biologia, mas o que diferencia os vivos das demais formas materiais não dotadas de vida, quais são esses limites da vida que caracterizam os vivos?

Nesse sentido, José Luis Soares ainda corrobora:

Se fizermos um estudo geral das CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS, estaremos no caminho mais certo para entender a vida. Dessa forma seremos mais concretos se dissermos que a BIOLOGIA é a ciência que procura conhecer a vida através do estudo dos seres

vivos. Afinal, se por um lado é difícil definir a vida, por outro é muito mais fácil conceituar o que sejam SERES VIVOS (SOARES, 2003, p.7).

Como o próprio autor aborda, existe uma questão de concretude essencial ao estudo da Biologia. Essa ciência não se constitui por ser essencialmente filosófica, é preciso conhecer a vida a partir da biodiversidade e toda a variabilidade que nela possa existir, só assim teremos certo domínio das possibilidades da própria vida, a partir do estudo de suas formas. Mais uma vez, é preciso que se entenda a Biologia como uma ciência da complexidade da vida a partir do estudo dos vivos.

Uzunian e Birner abordam essa mesma discussão de forma muito pertinente:

Estudar a vida, compreender suas características e como ela é organizada são alguns objetivos da Biologia. Essa palavra vem de duas outras: bio, que significa vida, e logos, que quer dizer estudo. Então a Biologia estuda a vida e, claro, aqueles em que ela se manifesta, ou seja, os seres vivos [...]. Mais atraente do que conceituar vida é caracterizar os seres vivos, procurando neles alguns sinais de vida (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7).

Sendo assim, é preciso identificar nos seres vivos elementos que lhes conferem a capacidade da vida para compreendê-la melhor (em termos processuais, como disse Mayr). A vida desvendada, elucidada enquanto acontecimento, em um nível da relação. Esse seria o verdadeiro papel do Biólogo. Já o professor de Biologia deve construir o conceito de vida a partir do concreto, daquilo que representa uma vida manifesta, ou seja, é preciso fazer o aluno conhecer a biodiversidade em sua ocorrência que abarca tanto suas dimensões processuais moleculares quanto ecológicas dentro de seu processo evolutivo enquanto espécie, parte integrante de uma grande e complexa comunidade biológica.

## **10 A origem da vida: a compreensão do vivo nas teorias que postulam o surgimento da primeira forma de vida nos textos que integram os livros didáticos de Biologia.**

Como anteriormente referido, os livros didáticos de Biologia, em seus capítulos iniciais, realizam uma tentativa de situar o leitor naquilo a que diz respeito o objeto dessa ciência: a vida. No entanto, a discussão em torno de um conceito para “vida” é deixada em segundo plano – como podemos notar em muitas dessas publicações – sendo esta brevemente referenciada quando se trata de responder à pergunta “o que é vida?”. Não há isenção, mas parece haver esquiva desses textos na resposta a essa pergunta, o que é totalmente compreensível tendo em vista a finalidade última do livro didático. Com isso, observa-se que o foco de interesse se desloca da vida para o vivo e a partir desse é que caberiam as mais diversas e pertinentes análises acerca de seu modo de vida, sua fisiologia, aspectos comportamentais, hereditários, ecológicos e tantos outros sejam quais forem. O caráter de aspecto substantivado (“vida”) passa para outro adjetivado, o “vivo”.

Em assim sendo, de pronto os textos técnicos que integram tais publicações didáticas têm colocado de uma maneira direta que seu interesse reside na compreensão do vivo, na verdade, dos vivos: na biodiversidade. Suas informações fornecem elementos necessários à compreensão da organização, da estruturação da matéria-viva e do funcionamento dos vivos. O fato é que para analisá-los, na tentativa de compreendê-los, desvendar os mecanismos que os mantêm, seus processos, poderíamos talvez dirigir mais de um tipo de olhar para o objeto em questão. Um deles seria mais amplo, da relação com o ambiente. Já o outro mais restrito e minucioso, teria a ver com o conhecimento das estruturas microscópicas que integram o todo e o mantêm em um nível celular e também molecular.

Ao manusearmos aquilo que há de atual em termos de livros didáticos de Biologia, pode-se observar uma estruturação do conhecimento biológico baseada nessa segunda opção que parece acreditar que o todo deve ser conhecido pelas partes. Essa é uma maneira racional de análise, mas inegavelmente fragmentada, que pode ser observada quando tomamos a célula como a primeira unidade viva. A partir desse momento em que a célula passa a ser tomada como uma referência para o “início” da vida se estabelecem os limites entre dois mundos: o biótico e o abiótico. É nesse instante que o texto descritivo do livro didático de Biologia lança

mão da caracterização, pois uma vez definidas as fronteiras do vivo, é possível adjetivá-lo, caracterizá-lo, para que ainda – posteriormente - possam ser fornecidas informações mais específicas acerca de seu funcionamento de cunho estrutural, molecular, bioquímico e fisiológico, antes mesmos de se estudar os modos de vida e as peculiaridades de cada grande grupo que integra a biodiversidade.

Parece estar evidenciado que, em assim sendo, grande parte dos autores considera mais relevante esmiuçar o micro antes do macro em um nível, inclusive, inferior ao celular, o molecular. É isso que justifica o estudo de algumas moléculas essenciais estruturalmente presentes nos seres vivos ou, de alguma forma, a eles incorporadas como: carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos, a água, as vitaminas e os sais minerais. Todo o esforço é válido para compreender a vida a partir dos elementos presentes na matéria viva até a formação de um organismo mais complexo, assim como é apresentado ao estudante quando se trata de situá-lo em algum nível de organização dos seres vivos.

Não que esse tipo de abordagem na tentativa de uma compreensão do vivo não funcione, ou esteja errado. Aqui não há espaço para julgamentos, mas para observações. Sem dúvida, optar por tal organização significa reafirmar a proximidade existente entre o conhecimento científico e sua origem mecanicista. Mais uma vez, é importante frisar que não há um julgamento do mérito, mas se evidenciam elementos – um tipo de organização do conhecimento que se reflete na maneira como ele é registrado – que de certa forma têm imperado na organização e também na seleção dos textos dessas publicações.

Ainda, nesse jogo de tentar compreender o vivo, é interessante o esforço dessa espécie de organização do conhecimento do texto científico que em outro movimento – anterior ao estudo da célula – parece necessitar explicar sua origem. O que os livros referem como sendo a origem da vida, nada mais é do que a origem da primeira forma de vida – o vivo – que materializa, torna possível a própria ideia de vida, que emana de certa abstração, mas passível de ser compreendida, apreendida na simples comparação direta desse ser com outros seres brutos, inanimados. A origem da vida é então o início da história de um vivo, de um modo de vida, de uma primeira forma de vida que precedeu todas as outras proliferando e modificando-se ao longo do tempo em face dos eventos da evolução, de distintas condições ambientais e suas distintas pressões seletivas.

Com isso fica mais do que evidenciado que nos livros didáticos de Biologia a vida é um elemento que suscita discussão. Uma discussão que nasce com a própria Biologia, e que a pedagogia dos modos de se ensiná-la herdou dessa ciência. Uma discussão da qual a História Natural em seu foco de particularidades, de minúcias e perspectivas individuais sobre os vivos praticamente se isentou, encerrada em um campo de análise em um nível de constatações estruturais. Ademais, foi esse fascínio em torno do saber da vida, do saber sobre o vivo, que posteriormente viria a ser chamado de conhecimento biológico, e por isso a importância – referida em páginas anteriores – do estabelecimento da distinção entre a Biologia e as Ciências Biológicas. Estas se organizam em torno de um conceito de vida abstrato e que ganha corpo, materialidade nos vivos, uma diversidade de traços – qualidades – comuns. Tais ciências, ao estudarem os vivos, ou seja, o fenômeno da vida, em diferentes níveis e perspectivas, constituem outra, aquela que no século XVIII Lamarck<sup>18</sup> ousou chamar de Biologia – ciência maior que articula em torno dela todas as demais biológicas.

Sendo então a vida o mote para a compreensão dos vivos, a maneira como os livros didáticos propõem o entendimento do que é vivo, ou seja, o deslocamento da vida para o vivo, não apenas faz sentido como parece ser a única alternativa viável para a Biologia. Além disso, não bastaria apenas um conhecimento prévio da organização celular e até mesmo molecular para compreender o vivo e, além das teorias que se constituem como tentativas de explicação para o surgimento da matéria viva é preciso também observar o papel do ambiente propiciando tais eventos: o palco do espetáculo da formação da vida, da biodiversidade, o espaço físico em suas condições ambientais e pressões seletivas.

Ao estudar a origem da primeira forma de vida deve ser considerada sua relação com o ambiente, as condições que possibilitaram a sua existência e, ao longo dela, os modos em que houve – e como houve - contribuição desses seres em formação nos eventos que pautaram modificações, as transformações das condições desses espaços e que se configuraram como essenciais à manutenção da própria vida e ao surgimento de novas formas de vida. A partir disso, realizo nesse primeiro bloco de minha análise, observações e, a partir delas algumas considerações a respeito das maneiras como as teorias que postulam a origem da vida na Terra são referenciadas

---

<sup>18</sup> Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744 — 1829).

por tais publicações sempre em uma perspectiva que tenta compreender como esses textos fazem menção à vida, a partir do conceito de vivo, ou seja, como os conceitos de vida e vivo têm-se (con)fundido nos livros didáticos de Biologia, mais especificamente, nesse capítulo, nos textos que tratam sobre a origem da vida/do vivo.

## 11 O texto introdutório dos capítulos sobre a origem da vida.

Ao debruçar-me sobre esse primeiro foco de análise, senti muito forte nos livros didáticos que examinei uma tentativa de justificação da vida. É na parte inicial - nos textos introdutórios desses livros – que, como já observamos, são encontradas essas discussões sobre o que é considerado o objeto da Biologia enquanto ciência. Mas essa tentativa de justificar esse objeto, a discussão em torno da vida e do vivo, acompanha também os textos que introduzem a explanação das teorias sobre a origem da vida.

Ao observar tais escritos percebi certa estratégia dos autores: é preciso, de alguma forma, chamar a atenção do aluno leitor que manuseia esses livros pelo menos durante sua trajetória escolar. Essas introduções colocam em questão temáticas interessantes como a possibilidade de existência da vida em outros planetas, lançam mão de conclusões científicas que atualmente não fazem nenhum sentido – principalmente tratando-se da geração espontânea -, mas que marcam momentos passados, históricos, do pensamento científico demonstrando sua própria evolução na condução sequencial de outras constatações que posteriormente surgiram e que também pautaram o conjunto de saberes biológicos sobre como surgiu a primeira forma de vida depurando cada vez mais tal conhecimento.

O fato é que em termos de livros didáticos não se pode esperar nada novo em relação ao conhecimento biológico. Seus discursos são lineares tanto no que tange ao conteúdo abordado – como já era esperado tendo em vista que atendem a um conjunto de parâmetros<sup>19</sup> que sugerem matérias que dentro da própria disciplina de Biologia devem ser contempladas – quanto em sua distribuição, diferindo apenas no grau de aprofundamento. É claro que as diferenças existem, mas são de uma ordem de densidade textual e, além disso, o que mais pode haver é a supressão por parte de alguns autores de determinadas temáticas que, mesmo com um caráter complementar ajudam a aprofundar os conteúdos básicos, considerados essenciais e que integram o conteúdo programático dos planos de ensino da maioria das escolas.

---

<sup>19</sup> BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 1997.

Com relação às teorias sobre a origem da vida, é possível observar de uma maneira muito clara a presença (indicada pelo símbolo “+”), ou ausência (indicada pelo símbolo “-“), de determinadas temáticas – que correspondem às diferentes teorias - sobre esse assunto, como pode ser percebido na tabela abaixo.

**Tabela 3 – Presença e ausência de teorias sobre a origem da vida que integram os livros didáticos de Biologia, utilizados no Ensino Médio, em escolas da rede particular de Porto Alegre, RS (FONTE: O AUTOR).**

Livros didáticos de Biologia analisados	Teorias sobre a origem da vida					
	CRIA	ABIO	BIO	EVQ	PC	RNA
<b>Amabis e Martho</b>	-	+	+	+	+	+
<b>Sônia Lopes</b>	+	+	+	+	+	-
<b>Uzunian e Birner</b>	+	+	+	+	+	+
<b>José Luís Soares</b>	-	+	+	+	-	-
<b>César e Sezar</b>	+	-	-	+	+	+
<b>Sídio Machado</b>	-	+	+	+	-	+
<b>Linhares e Gewandsnajder</b>	-	+	+	+	+	-

**LEGENDA:** CRIA = criacionismo; ABIO = abiogênese; BIO = biogênese; EVQ = teoria da evolução química; PC = panspermia cósmica; RNA = mundo RNA.

Além disso, não apenas com relação às teorias de origem da vida podem ser observadas diferenças em termos de presença e/ou ausência do tratamento dessa matéria nos livros didáticos. Essa diferença na ênfase é um tanto comum, pois cada autor ao escrever, coloca os conteúdos e os distribui a sua maneira, mesmo que, como anteriormente citado, haja certa linearidade apresentada – mantida e respeitada - por essas publicações.

Outra percepção interessante é a de que alguns autores consideram necessário situar o aluno em termos de acontecimentos, eventos que foram essenciais ao aparecimento da vida, que de certa forma aparecem intimamente ligados à possibilidade da vida, da formação do vivo, mas que no dia-a-dia da sala de aula acabam sendo trabalhados com mais ênfase por outras disciplinas. Um exemplo clássico é a teoria do *Big Bang* que, seguindo a lógica de análise da tabela anterior - “+” significando presença e “-“ significando a ausência –, pode ser encontrado em apenas dois dos sete livros analisados.



**Tabela 4 – Presença e/ou ausência da teoria do *Big Bang* nos textos que integram os livros didáticos de Biologia, utilizados no Ensino Médio, em escolas da rede particular de Porto Alegre, RS (FONTE: O AUTOR).**

Livros didáticos de Biologia analisados	Teoria do <i>Big Bang</i>
<b>Amabis e Martho</b>	<b>+</b>
<b>Sônia Lopes</b>	<b>-</b>
<b>Uzunian e Birner</b>	<b>+</b>
<b>José Luís Soares</b>	<b>-</b>
<b>César e Sezar</b>	<b>-</b>
<b>Sídio Machado</b>	<b>-</b>
<b>Linhares e Gewandsnajder</b>	<b>-</b>

No caso da teoria do *Big Bang*, tomada como exemplo, além de poder ser trabalhada na disciplina de Biologia, outras como a Física, a Química e a própria Geografia podem enfocá-la dentro dos limites de uma perspectiva objetiva inerente a cada uma dessas diferentes áreas do conhecimento. Ainda, tanto no livro de Amabis e Martho, quanto de Uzunian e Birner, essa temática é utilizada para chamar a atenção de que precedendo o estudo da vida – ou do vivo – pela Biologia, a origem do universo e conseqüentemente das galáxias com seus respectivos planetas deve ser explicada para uma melhor compreensão do que virá a ser o palco das formas de vida que conhecemos: a Terra, também referida como Biosfera.

A questão é que mesmo que a teoria do *Big Bang* não seja propriamente dita uma teoria biológica, a sua compreensão nos fornece elementos para a compreensão de eventos sucessivos que possibilitaram a formação da Terra. Além disso, não apenas do planeta, mas também das galáxias como um todo. A luz solar tão essencial para a vida na Terra - haja vista a ocorrência de fotossíntese realizada por determinados grupos de seres vivos – pode ser compreendida em sua origem não apenas de onde, mas como emana.

## 12 A teoria do *Big Bang* nos livros didáticos de Biologia.

### 12.1 O papel do ambiente e sua influência sobre as formas de vida.

Atualmente, e principalmente desde o advento da Ecologia enquanto ramificação do saber biológico, cuja premissa – muito pertinente – é de que a vida (os vivos) deva ser estudada em uma perspectiva sistêmica, observando assim as trocas, os fluxos possíveis de energia e matéria que acabam por percorrer essa grande e complexa trama relacional. A integração entre as formas de vida, o estudo dos nichos ecológicos, da etologia dos diferentes grupos e a verificação exata da posição das espécies em diferentes níveis das relações tróficas, nos permite conhecer mais dos organismos vivos, em sua interação – em seu modo de vida ativo – em uma ordem que é da relação, e não mais apenas fixo (estático) emoldurado no imenso quadro da classificação biológica<sup>20</sup>.

Mesmo assim, muito antes da Ecologia se constituir como conhecimento Biológico, como uma Ciência Biológica propriamente dita e ampliar a análise sobre os elementos da biodiversidade, Darwin<sup>21</sup> já havia ressaltado o papel do ambiente como elemento determinante na evolução das espécies. Segundo a sua teoria da evolução, são as distintas pressões seletivas exercidas pelas condições ambientais sobre os vivos que permitem a continuidade da existência de formas de vida cada vez mais aptas, adaptadas a realizar suas funções biológicas em um determinado meio.

Ainda, nesse momento de minha escrita, é preciso ressaltar a existência de algumas importantes condições que possibilitaram ao conhecimento biológico trilhar seu caminho, atingindo assim seu status epistemológico atual onde se pode perceber um acúmulo do saber biológico. Nas observações que seguem acerca

---

<sup>20</sup> Aqui não pretendo diminuir a importância tanto da Taxonomia quanto da Sistemática na integração dos saberes sobre os vivos, mesmo porque inegavelmente esses dois ramos do conhecimento biológico são essenciais para o conhecimento estrutural das mais distintas formas de vida e para o estabelecimento das relações de parentesco entre esses seres. O que pretendo reafirmar é que o deslocamento da perspectiva de análise dos elementos da biodiversidade, no sentido da emergência de um olhar ecológico, foi um ganho para a compreensão acerca das formas de vida, das possibilidades de vida, não mais apenas em um patamar individualizado – do ser isolado -, mas um ganho na percepção do cientista que pode analisá-lo sob um prisma mais completo e complexo, executando suas funções biológicas seja perante seus iguais, seja perante outras espécies ou frente ao meio, ao ecossistema que ajuda a manter.

<sup>21</sup> Charles Robert Darwin (1809 —1882).

dessas condições de possibilidade, o papel do ambiente se perceberá muito evidenciado em sua interface com os organismos vivos tanto no que tange a sua influência seletiva sobre essas formas de vida quanto como o lugar que permite à biodiversidade estabelecer uma série de relações ecológicas.

Se foi a partir do desenvolvimento da Taxonomia e da Sistemática que a História Natural fez nascer uma vontade de saber sobre os vivos, foi com Cuvier<sup>22</sup> e seus estudos de anatomia comparada, e mais tarde com o próprio Darwin – e sua teoria da evolução – que a possibilidade da vida foi atribuída às questões inerentes ao ambiente. Essa ligação, principalmente pós-Darwin, se dá de maneira lógica, sendo para a Biologia moderna, vida e ambiente, indissociáveis: um interferindo sobre o outro.

Originam-se nas semelhanças anátomo-fisiológicas observadas por Cuvier entre os séculos XVIII e XIX, e logo em seguida explicadas pelo Darwinismo e seu evolucionismo, os elementos que impulsionaram o conhecimento biológico a trilhar o caminho da aceitação de que a vida e a Terra co-evoluem. Adiante, no século XX, veremos a Genética confirmando tal hipótese, principalmente no que diz respeito à variabilidade, a seleção de estruturas mais adaptadas ao meio e à própria Ecologia em uma perspectiva mais ampla e sistêmica. Aqui se nota um aprimoramento nos modos de se compreender a vida, suas diferentes formas, de se estudar os vivos.

O fato é que, se desconsiderado o fator ambiental, todo e qualquer conhecimento que possa ser produzido a partir dos saberes sobre os vivos deve ser desconsiderado em face de sua incompletude. Se conhecer os seres em sua individualidade é uma condição essencial, em um mesmo patamar de importância, temos que é necessário estudá-los na relação tanto com seus iguais quanto naquelas estabelecidas frente às outras espécies. E ainda, somando-se a isso, os modos como ele se utilizam do ambiente – como vivem – e, a partir disso, a quais tipos de influências ambientais estão expostos? A quais pressões seletivas?

Ao perceber a importância do conhecimento dos elementos ambientais, a Biologia se aproxima mais de seu objetivo que é compreender a vida, não abstrata, mas uma vida em andamento, ativa, em ação. Durante as minhas leituras – todas direcionadas à análise dos livros didáticos - percebi que muitos dos autores, em seus textos, se preocupam com essa aproximação vida/ambiente. Alguns, inclusive,

---

<sup>22</sup> Jean Leopold Nicolas Frédéric Cuvier, conhecido como Georges Cuvier (1769 - 1832).

têm tamanho cuidado que propõe outra maneira de iniciar o livro: trabalhar já de antemão elementos de Ecologia. O que antes, inicialmente e, via-de-regra, era explorado superficialmente apenas com a apresentação dos níveis de organização tanto moleculares quanto ecológicos, justificando a relação entre vida e ambiente, agora – por alguns – passa a ser colocado de maneira mais clara, destacada e apontada com o devido cuidado, atenção e relevância.

Além disso, outra maneira de formatação da distribuição do conteúdo que corresponde a uma maneira mais “clássica”, no sentido daquilo que se costuma observar com certa frequência, é a opção de exploração das condições que tornaram possíveis a vida na Terra, mas até mesmo antes disso: o que tornou o universo possível? E, a partir daí, quais eram as condições ambientais da Terra primitiva e como se deu o surgimento do primeiro ser dotado de vida?

Como veremos na sequência, algumas teorias do meio científico são trabalhadas pelos livros didáticos de Biologia no sentido de elucidar os possíveis modos de surgimento da vida, mas antes delas serem citadas - e as devidas considerações resultantes de meu olhar analítico sobre esses livros serem expostas e debatidas - é preciso considerar que uma explanação acerca da origem do universo é de grande utilidade para que se possa posteriormente compreender como esse entendimento facilita a lógica de um raciocínio “linear”, sequencial, como a que tenho percebido analisando os livros de que disponho.

## **12.2 A teoria do *Big Bang* e sua contribuição para a compreensão do surgimento das primeiras formas de vida nos livros didáticos de Biologia.**

Seguindo a discussão acerca da importância do ambiente e sua influência sobre as formas de vida, é importante analisar a teoria do *Big Bang* como o primeiro elemento que se volta para o estudo propriamente dito do meio, tendo em vista que a teoria da evolução – mais especificamente a seleção natural – é tratada mais adiante, nos capítulos finais dos livros didáticos de Biologia. Sendo assim, a compreensão em torno dessa teoria é uma primeira ligação que esses livros traçam entre vida e ambiente, discutindo o processo de formação deste, as condições que possibilitaram o surgimento do universo, suas galáxias, estrelas e planetas, sendo que dentre estes últimos a Terra, onde se desenvolve a vida, a biodiversidade que conhecemos.

Como já foi anteriormente colocado ao longo deste texto, a Biologia, que deriva da História Natural, possibilitou que outro olhar fosse dispensado à vida, ao estudo de suas formas, não estáticas e isoladas, mas em um nível que é o da complexidade de suas relações, inclusive ambientais. Esse feito, uma nova/outra maneira de se encarar a vida, se deve à capacidade de articulação dos saberes produzidos pelas Ciências Biológicas, no sentido de fazer emergir um conhecimento acerca do que é vivo em diferentes perspectivas de análise dessas formas de vida. A dimensão do saber e do conhecimento relacionados à compreensão da vida, pela Biologia, parece ser de uma ordem onde o saber aplicado se torna o conhecimento prático: o conhecimento biológico como fruto da aplicação de um saber biológico.

O fato é que transformando saberes em conhecimento aplicado à vida, a Biologia não se alimenta apenas daquilo que emana das Ciências Biológicas, como resultado de sua produção desse saber. Ela também – e não poderia ser diferente – agrega alguns conhecimentos que advêm de outras áreas do saber produzidos por outras distintas ciências. Seu conhecimento então se complementa ao lançar mão de elementos de ciências cujos campos epistemológicos são limítrofes, e em alguns momentos até se sobrepõe criando intersecções que possibilitam, por exemplo, a existência de áreas como as da Bioquímica e da Biofísica. Com isso também se percebe que a compreensão da vida não está apenas fundada em um conhecimento biológico puro, mas em conhecimentos de áreas afins à Biologia que depuram e aprimoram as diferentes formas de saber que brotam das Ciências Biológicas, que

acabam por utilizar tanto a Química, quanto a Física como ferramentas instrumentais importantes em sua peregrinação em busca do conhecimento dos vivos.

No caso da teoria em questão – o *Big Bang* – a compreensão dessas ciências aplicadas à Biologia é de fundamental importância. Trata-se de uma discussão onde se devem considerar eventos que, muito antes de envolverem a matéria viva, em face de sua até então inexistência, envolvem transformação de matéria e energia. Ou seja, uma compreensão que, até então, exclui a análise do fator biótico observando apenas os fenômenos químicos e físicos que possibilitaram a organização do universo, suas galáxias, estrelas e planetas, tal qual o concebemos hoje. A partir disso se pode perceber a Química e a Física como ciências assessórias à Biologia, ao mesmo tempo em que seus conhecimentos são base sólida para as possibilidades de saber que advém das Ciências Biológicas.



**Figura 3 – Do *Big Bang* à época atual: representação da evolução cósmica (AMABIS & MARTHO, 2006, p.10).**

A teoria da grande explosão que teria iniciado a expansão da matéria universal – embora conste em alguns livros de Biologia – não explica a origem da vida, mas contribui para um entendimento futuro principalmente no que diz respeito à constituição da matéria viva, mas especificamente à teoria mais aceita na atualidade: a teoria da evolução molecular, ou da evolução química, proposta por Oparin<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Aleksandr Ivanovich Oparin (1894 —1980).

Aqui uma observação, no livro de José Luís Soares, que talvez explique o fato dessa teoria não estar contemplada em alguns livros didáticos de Biologia: “*a origem do Universo é assunto que não integra o programa didático do currículo de Biologia do 2º Grau. Por isso, não comporta abordá-la nesta unidade*” (SOARES, 2004, p.271). Acontece que o autor não explica sobre qual programa está falando, a qual “currículo” se refere. Ainda utiliza-se do termo “2º grau” ao invés de ensino médio. Um indício de que o texto pode não estar atualizado.

Com relação aos livros analisados, pude constatar a presença dessa teoria em apenas dois deles, o de Amabis e Martho (2006) e no livro de Uzunian e Birner (2008). Nos demais não houve a discussão em torno da origem do universo e da constituição do planeta Terra como futuro ambiente da vida, mas partem diretamente da constituição da primeira forma de vida na Terra primitiva de acordo com a “evolução química”. O que esses dois livros didáticos de Biologia apontam sobre o *Big Bang* é que inicialmente toda a matéria existente no universo estava condensada em um ponto. Esse ponto compacto de matéria não teria suportado toda a energia nele contida e a partir disso houve uma grande explosão.

A Física, mas especificamente a Astronomia – como um dos ramos dessa ciência – foi essencial para que se pudesse perceber que em face de uma contínua expansão do universo, esse movimento poderia ter tido como impulso uma explosão inicial e, desde então, galáxias inteiras e toda a matéria cósmica está em movimento. Além dessa contribuição, ambos os livros abordam que tal evento poderia ter ocorrido entre 15 e 20 bilhões de anos atrás onde a partir dela, por fusão nuclear de átomos – principalmente de hidrogênio e hélio –, teriam-se originado outros elementos químicos hoje conhecidos por nós.

A teoria mais aceita atualmente para a origem do universo é a teoria da Grande Explosão (em inglês, *Big Bang*). A elaboração dessa teoria foi consequência do grande desenvolvimento da Física e da Astronomia no início do século XX. As equações matemáticas desenvolvidas por Albert Einstein em sua teoria da relatividade previam que o universo está em expansão. As observações do céu por meio de potentes telescópios, realizadas pelos astrónomos norte-americanos Vesto M. Slipher (1875-1969) e Edwin P. Hubble (1889-1953), mostraram que as galáxias — grandes conjuntos de estrelas e matéria cósmica — estão se afastando umas das outras, reforçando a ideia de que o universo se encontra em expansão (AMABIS & MARTHO, 2006, p.9).

Estima-se que há cerca de 5 a 4,5 bilhões de anos, houve alguns pontos de compactação de matéria cósmica em determinadas regiões do universo, o que teria dado origem ao sol e aos planetas. O sol teria sido originado por uma massa compactada dessa matéria que ia se depositando conforme sua massa aumentava, por atração gravitacional. Como a quantidade de energia no núcleo dessa nebulosa era muito grande, atingido temperaturas altíssimas (em torno de 10.000.000°C), iniciou-se um processo de fusão de átomos que passou a liberar grandes quantidades de energia, fazendo com que o sol se transformasse em fonte de calor e energia luminosa (AMABIS & MARTHO, 2006, p.10; UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.1008).

É claro que, por não dizer respeito diretamente à compreensão da vida, o *Big Bang* se encontra nos livros didáticos referido de uma forma, não superficial, mas abreviada. Mesmo aqueles autores que consideram importante a discussão acerca da origem do universo, não adentram muito os detalhes dos eventos conduzidos por fenômenos físicos e químicos, há apenas a referência do que provavelmente teria acontecido, do que atualmente cientificamente é mais aceito, mas vejamos aqui a importância desse entendimento.

Quando se analisa a vida, a biodiversidade em uma perspectiva ecológica – principalmente em termos de relações tróficas – o papel do sol é muito importante, pois é a fonte de energia inicial que desencadeia e possibilita a incorporação de matéria orgânica pelos produtores – seres autotróficos – que servirão de alimento para outros seres vivos e assim sucessivamente. Além da contribuição para o desenvolvimento da cadeia e da teia alimentar, foi também o efeito estufa que possibilitou o aparecimento da vida em nosso planeta conferindo as condições ideais de temperatura para uma organização molecular primordial da vida.

Os cientistas acreditam que restos da nebulosa que formou o Sol permaneceram girando ao redor dele como uma nuvem gasosa. Entre 5 e 4,5 bilhões de anos atrás, ocorreram vários pontos de condensação nessa nuvem, originando aglomerados compactos, precursores dos planetas, satélites, asteróides e cometas. Formava-se, assim, o Sistema Solar, constituído pelo Sol e pelos demais astros que orbitam ao redor dele. Atualmente há fortes evidências de que outras estrelas, além do Sol, possuem planetas. Admitindo-se a existência de dezenas de bilhões de galáxias, cada uma com centenas de bilhões de estrelas, é muito provável que existam outros sistemas planetários, alguns possivelmente semelhantes ao nosso Sistema Solar. Técnicas recentes de observação astronômica já



mostraram evidências da presença de planetas ao redor de algumas estrelas mais próximas (AMABIS & MARTHO, 2006, p.10).

Embora a teoria do *Big Bang* não seja essencialmente biológica, ensiná-la, fazendo com que o aluno compreenda os eventos que pautaram a formação do universo facilita posteriormente o entendimento sobre como teriam aparecido na terra as primeiras formas de vida. Ao considerarmos além do papel do sol, o do surgimento de outros elementos químicos oriundos da fusão de átomos de hidrogênio e de hélio podemos também conceber as maneiras de como esses novos constituintes da matéria foram incorporados pela matéria viva e em quais tipos de moléculas orgânicas, que estruturam as formas de vida, podem ser encontrados.

### 12.3 A teoria criacionista.

Assim como no exemplo da teoria do *Big Bang*, a referência que encontramos acerca da teoria criacionista nos livros didáticos de Biologia é relativamente breve. É claro que, ao explorar a primeira, existe uma maior aproximação com a ciência Biologia propriamente dita, tendo em vista que fornece uma base, tanto química quanto física, para que o aluno consiga compreender como a vida teria se organizado a partir disso, desse ambiente que se originou com a “grande explosão” e como houve – ao longo do tempo – a interferência desse meio sobre as formas de vida. Já com relação ao criacionismo, as informações referentes são meramente históricas. Não há – e nem poderia – haver algum tipo de discussão neste caso, já que não se aplica a essa teoria nenhum tipo de empiria, para que algo pudesse ser questionado.

Com base nessa primeira percepção, podemos perceber que o conhecimento desse fato histórico é meramente informativo, mas em uma dimensão científica não caberia nenhuma discussão procedimental, observando que tal teoria é uma crença que emana da fé. Logo, o criacionismo não tem espaço na Biologia – como veremos adiante – assim como também qualquer teoria essencialmente biológica não teria aceitação de parte dos criacionistas. Aqui permanece a incompatibilidade tão discutida – principalmente a partir do final do século XVIII, e muito fortemente ao longo do século XIX, em face do movimento iluminista– entre ciência e fé, entre a razão e Deus.

Deve-se considerar que nesse período houve uma inversão do olhar humano no que tange à maneira de observação dos fenômenos. A preconização do uso da razão, de um racionalismo, desloca a figura divina para um plano secundário. Com isso a ciência ganha força e se organiza em termos metodológicos havendo um rigor exigível para seguir as etapas de um “método científico”. Em um período em que a empiria passa a ganhar mais espaço, tudo deveria ser comprovado cientificamente, sendo a época mais marcante em termos das constituições de verdades científicas. Essa necessidade da relação entre ciência, empiria e a produção de verdades científicas, nada mais é do que um legado da ciência desse período, do rigor e do método, que até hoje se encontra arraigada no pensamento científico contemporâneo.

Percebe-se que se estivéssemos tratando de outra teoria para a origem da vida, a Biologia provavelmente teria dado uma resposta empírica, mas foge do alcance da ciência quando se trata de colocar em xeque o elemento divino como a figura de um Deus, de uma força criadora, hipótese muito aceita – principalmente do papel da Igreja enquanto instituição e sua íntima relação com o poder - desde a época medieval, onde os próprios monarcas eram tidos como representantes de Deus na Terra. Mas, mesmo assim, o que a Biologia pode questionar são os elementos que constituem essa corrente, esse modo criacionista de pensar a origem da vida em nosso planeta.

O criacionismo é essencialmente fixista, ou seja, que tenha sido Deus o criador tanto da vida quanto do universo, a Biologia nunca poderia comprovar, mas o fixismo enfraquece a teoria criacionista. A teoria fixista associada à criação diz que todos os seres vivos existentes, os quais na Terra foram colocados por Deus, permanecem imutáveis desde o momento da do ato criador divino. Isso significa que se há uma crença na imutabilidade das espécies, há uma negação dos elementos – fáticos, porque facilmente podem ser observados – que constituem a teoria da evolução, como a descoberta de fósseis morfologicamente distintos e que remontam linhagens evolutivas de diferentes espécies, da própria biodiversidade que com o advento da genética se pode concluir que tem por base as mutações em nível de molécula de DNA e com isso há uma negação da seleção natural, o que retiraria a interferência do fator ambiental sobre as formas de vida.

O questionamento ao caráter fixista do criacionismo foi um duro e derradeiro golpe na consistência de uma teoria que atualmente tem força em um campo cuja ciência não consegue penetrar: o da fé. É por isso que há a existência do conflito entre uma teoria que emana da fé com outras essencialmente científicas. Estas outras teorias, como veremos, surgiram antes da teoria da evolução química (ou da evolução molecular) – atualmente, segundo a própria Biologia, a mais plausível – as quais também em sua medida se contrapuseram à ideia da criação, como a geração espontânea, também chamada de abiogênese e a biogênese.

Dentre os livros analisados foi possível observar uma referência a essa teoria em apenas três deles: no livro de Sônia Lopes (2008), Uzunian e Birner (2008) e César e Sezar (2003). Essas obras foram as únicas que abordaram o criacionismo como uma das teorias que postula a origem da vida na Terra. Cabe reiterar que os

textos redigidos por esses autores são breves. Além disso, não há nenhum tipo de aprofundamento em termos de contexto, pano de fundo histórico, sendo apresentada apenas a essência dessa teoria, ou seja, um Deus criador colocando espécies na Terra já em sua forma acabada, uma criação pontual que retira o papel da evolução e das lentas e graduais modificações – tanto ambientais quanto estruturais – pelas quais passaram o ambiente e os vivos que dele começaram a fazer parte.

Segundo o livro de Sônia Lopes, a importância que se deve dar à análise do criacionismo, tendo em vista o Darwinismo – a partir do século XIX – e o advento da Genética – na primeira metade do século XX – é a do mero conhecimento que em algum momento na história da humanidade houve uma corrente de pensamento não-científico, influenciada por questões de dominação e poder, que atribuiu a origem da vida a uma ordem divina, que colocou sobre a face da Terra uma biodiversidade muito bem acabada em termos estruturais (LOPES, p.100, 2008).

Uzunian e Birner não abordam o teor, o caráter fixista do criacionismo. Os autores apenas apresentam essa teoria como sendo “fruto de ação consciente de um criador”. Ainda, há uma tentativa de explicar o equívoco daqueles que creem nessa hipótese divina de origem da vida como sendo fruto de uma “interpretação poética e simbólica dos textos bíblicos” e que sua interpretação errônea, tomada como realidade, estaria em oposição à evolução (UZUNIAN & BIRNER p.1008, 2008).

César e Sezar também não aprofundam a discussão em torno do criacionismo, apenas citam o que se entende por essa teoria – a criação Divina – e enfatizam que pelo fato da ciência não poder coloca-la à prova, estaria muito mais relacionada com a fé do que com a própria ciência, tendo em vista sua não possibilidade de comprovação (CÉSAR & SEZAR, p.517, 2006).

É claro que o conhecimento, ou não, da teoria criacionista em nada interfere na compreensão de uma teoria essencialmente biológica que tente explicar a origem da vida. O fato é que a possibilidade de conhecê-la, de fazer com que o aluno se aproprie dela, enquanto fruto de um momento da história da humanidade, suscita uma percepção por parte do estudante de como o pensamento científico evoluiu, e mais: os tipos de debates que foram travados ao longo da história da ciência – por distintas correntes do pensamento científico - na defesa de determinadas verdades

científicas e de como a própria ciência, por um discurso exterior a ela, foi colocada à prova ao longo de sua existência.

Esse tipo de discussão, mesmo que breve, serve para que o estudante seja conduzido a perceber as condições, os elementos que conduziram a própria ciência a aprimorar seus métodos de investigação, a exigir um rigor necessário na testagem de hipóteses e lançar mão da empiria como critério derradeiro de comprovação de uma verdade – mesmo que efêmera - científica. Além disso, como se trata de uma discussão onde são colocadas frente à frente distintas concepções acerca da origem da vida, a exploração desse tema nas escolas surgiria como mote para um trabalho interdisciplinar, onde a própria Biologia seria associada à História na exploração de elementos que auxiliem a compreensão dos eventos históricos de um determinado recorte temporal situado entre o final do século XVIII, estendendo-se principalmente ao longo de todo o século XIX e culminando na primeira metade do século XX com o desenvolvimento da Genética e do Neodarwinismo, também chamado de Teoria Sintética da Evolução<sup>24</sup>.

O que se pode perceber com essa discussão é que o criacionismo não é uma teoria de origem da vida, no sentido de tentar explicar – em primeiro lugar – a constituição de uma forma de vida e sua derivação para outras formas. Pelo contrário. Essa teoria é uma teoria de origem das formas de vida, criadas separadamente, arquitetadas por Deus para ocuparem posições diferentes na complexidade da vida. O conceito de vida aqui não é único e abstrato, mas diferente e específico.

O criacionismo não leva em consideração aquilo que há de comum nas distintas formas de vida que teriam sido criadas por Deus – e nem poderia, tendo em vista as condições precárias do conhecimento biológico na época em que essa teoria se desenvolve – mas trata a vida como um fenômeno distinto, tendo por base a organização complexa e hierárquica dessas formas de vida em um nível que é o da observação dos diferentes nichos de cada uma delas. Como poderia o humano, racional, criado à semelhança de Deus, compartilhar algo em comum com outro ser menos derivado, inferiormente localizado na escala evolutiva?

---

<sup>24</sup> Neodarwinismo ou Teoria Sintética da Evolução congrega os ideais e princípios evolutivos, as premissas para a evolução dentre as quais destacam-se a variabilidade, na forma da biodiversidade, e a seleção natural – atuante sobre essas formas distintas de vida – explicadas à luz da Genética, ou seja: trata-se da Genética corroborando a Evolução, reforçando assim os pressupostos darwinistas.

O próprio fato colocado por Darwin foi erroneamente interpretado pelos criacionistas que não entenderam – ou não quiseram entender – que o “homem” e o macaco têm um ancestral em comum, e não que o “homem” veio do macaco. O viés evolutivo é descartado, Deus teria criado a humanidade pronta, não tendo havido possibilidade para a evolução, por meio da seleção natural, lapidar ao longo do tempo o perfil das espécies. A impossibilidade de encarar a vida como fenômeno, elemento comum a uma coletividade de organismos denominados vivos, faz do criacionismo uma teoria que tenta explicar uma origem previamente arquitetada – independente de qualquer relação externa - dos vivos.

## 12.4 Abiogênese ou Geração Espontânea.

Até o presente momento, das duas teorias até então analisadas – tanto o *Big Bang*, quanto o Criacionismo – pode-se perceber que, em relação à primeira, anterior ao surgimento da vida – do elemento vivo - no planeta e que tem seu foco direcionado para a formação do universo, temos que a relevância de seu conhecimento está na base para uma melhor compreensão da formação e da organização do ambiente como futuro espaço geográfico que permitirá o desenrolar, um desenvolver da vida. Nos livros didáticos de Biologia, o estudo dessa teoria remete sua justificativa para uma dimensão em que entender os eventos integrantes do processo de formação do universo são necessários para que se consiga perceber como, uma vez atingidas as condições ideais, neste lugar se desenvolverão as primeiras formas de vida, os primeiros seres vivos.

Em relação à segunda, que trata da criação, temos uma primeira tentativa – não experimental – que tenta justificar a origem da vida por meio de uma abordagem não biológica, não relacionada ao conhecimento biológico e tampouco, científico. Reside na fé a explicação que pauta a teoria da criação, na possibilidade de uma força maior, superior, como a figura Divina, orientando o processo de criação de seres cujas estruturas são bem acabadas. Seres esses que teriam sido colocados sobre a Terra por essa força organizadora e criadora da vida em um estado de perfeição – como o atual – que é mantido desde o tempo da criação. Não há espaço em seu discurso para a concepção de uma mínima possibilidade de evolução desses seres. Seu teor fixista, como já observado, retira o elemento ambiental e sua influência sobre essas formas de vida, não admitindo para elas a submissão a quaisquer tipos de variações graduais que poderiam vir a ocorrer como consequência da exposição às pressões seletivas.

O entendimento da teoria criacionista nos ajuda a remontar o pensamento de uma corrente filosófica que pautou sua crença acerca da origem da vida essencialmente na fé. Muito mais do que um valor propriamente científico, o criacionismo tem um valor histórico-informativo e cultural, pois nos permite a compreensão das condições desse panorama em uma época pontual, onde olhando para própria história se pode entender sua emergência como verdade sobre a origem da vida.

O fato é que a história não para, e com o desenrolar dos acontecimentos podem, ao longo do tempo, ser observadas mudanças de concepções, de crenças, de formas de encarar as coisas do mundo – inclusive questões pertinentes ao campo da ciência – pela humanidade. Nesse sentido, na esteira dos eventos que vêm pautando a história da ciência, é possível observar uma reviravolta nas formas, nos modos de se encarar determinadas questões fenomenológicas e foi então que houve uma espécie de “deixa” para o desenvolvimento científico.

Pós-teoria do *Big Bang* e pós-Criacionismo – seguindo sequencialmente a disposição dessas matérias nos livros didáticos – temos a Abiogênese, também chamada de Teoria da Geração Espontânea. Com a Abiogênese, pode-se observar – mesmo sendo mais antiga que o criacionismo – uma primeira resistência a esta teoria no sentido da verificação da presença do elemento experimental, empírico. É claro que neste momento deve-se desconsiderar a discussão em torno do mérito dessa teoria – mesmo tendo em vista de que não procede -, mas é importante ressaltar seu efeito, principalmente em termos de observação e empiria sobre o pensamento científico entre os séculos XVII e XVIII.

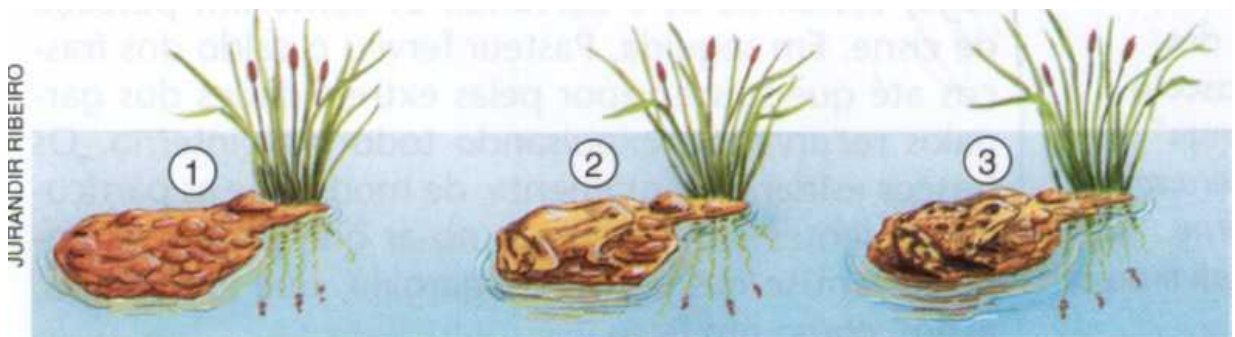


Figura 4 – Representação da Abiogênese: o surgimento de sapos (AMABIS & MARTHO, 2006, p.11).





**Figura 5 – Representação da abiogênese: as folhas da árvore que caem na terra se transformam em aves, as que caem na água, em peixes (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.1009).**

A Geração Espontânea possibilitou que fosse – pela primeira vez – postulada uma hipótese, passível de comprovação experimental mesmo que viciada (como se discutirá mais adiante), mas deve-se ressaltar que lançou mão do senso de observação e da criatividade humana, principalmente em termos de elaboração, da montagem de diferentes experiências – inclusive receitas sobre como obter a vida a partir da matéria inanimada, bruta – no sentido de buscar a sua comprovação pelo método empírico. Cabe lembrar que na antiga Grécia, mesmo sem o fator empiria em relação à Geração Espontânea, Aristóteles<sup>25</sup> já apregoava que haveria possibilidade da matéria viva se originar de outra não viva. Sua crença era a de que na matéria bruta, poderia ser encontrado um princípio ativo, vital, uma força que seria capaz de fazer surgir dela, a vida.

A grande influência do pensamento aristotélico sobre a cultura ocidental fez com que filósofos e cientistas ilustres do Renascimento, como o francês René Descartes (1596-1650) e o inglês Isaac Newton (1642-1727), adotassem a abiogênese para explicar a origem de certos organismos. (AMABIS & MARTHO, 2006,p.11).

---

<sup>25</sup> Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.).

Mais tarde, observa-se também na corrente filosófica Vitalista<sup>26</sup> a crença na existência de um princípio originador e organizador de vida.

Com relação ao vitalismo, é preciso tecer algumas considerações. Na parte inicial da presente tese, procurei estabelecer as diferenças entre algumas terminologias que serão utilizadas por mim ao longo deste texto. Com relação ao termo “*ciências da vida*”, que pela primeira vez aparece compondo o título do presente capítulo, não será diferente. É preciso dizer de antemão que tais ciências se referem ao que anteriormente por mim foi convencionado denominar de *Ciências Biológicas*. O uso desta outra forma de fazer referência a elas aparece frequentemente nos textos dos epistemólogos franceses como Canguilhem.

Georges Canguilhem é um dos estudiosos da “*história das ciências da vida*”. Ela considera que para que se venha a compreender a emergência da Biologia enquanto nova configuração do saber, a compreensão do que o vitalismo representou nesse processo de transição epistemológica é de grande relevância. Principalmente quando defronta a teoria vitalista com a percepção mecanicista, que até o século XVIII estava arraigada no pensamento científico.

Ao defrontar vitalismo e mecanicismo, no que tange ao modo como cada um deles percebe a vida, Canguilhem coloca que primeiramente a humanidade procurava a vida na matéria, ou seja, era preciso conhecer as partes do vivo, observado como máquina, mecanismo em funcionamento, para que então se pudesse compreender o todo. Seria um modo de atuar sobre os vivos que se configuraria como um reflexo de um procedimento “naturalizado” pela própria concepção mecanicista, de sua atitude frente às coisas, da mesma forma como já era aplicado sobre o não-vivo (matéria inerte).

O vivo era observado como sendo uma espécie de prolongamento do *não-vivo* e portanto submetido de igual maneira à compreensão da física. Isso pode ser perfeitamente observado quando Harvey<sup>27</sup>, anatomista, explica a circulação sanguínea utilizando-se de princípios da hidráulica. O fato é que se precisaria muito mais para se compreender a vida. As leis da física, a mecânica, conseguem explicar o *não-vivo*, mas quando se percebeu que um princípio vital não poderia ser observado na matéria e de que apenas a Física não seria suficiente, o vitalismo

---

<sup>26</sup> Vitalismo: é a doutrina que considera que existe em cada indivíduo, como ser vivo, um princípio vital, que não se reduz nem à alma, nem à mente, nem ao corpo físico, mas que gera vida através de uma energia própria (JAPIASSÚ e MARCONDES, p. 279, 2006).

<sup>27</sup> William Harvey (1578 -1657).

surge como outra possibilidade de *fazer ver* a vida e tornar sua compreensão possível.

Segundo Claude Bernard, médico e fisiologista francês do século XIX, a vida não é capaz de ser conceituada, apenas caracterizada através da observação das características daquilo que é *vivo* (animado), que possui o dom ou disposição orgânica da vida. Nesse sentido a vida fica restrita não a um conceito puro – no sentido de unidade - capaz de explicar por si o que esse termo vem a significar, mas para tanto ela necessita de todo um apoio por sobre as características daquilo que se considera, por convenção lingüística e científica, *vivo*.

Marie François Xavier Bichat, reconhecido fisiologista e anatomista francês que nasceu no século XVIII e viveu até meados do século XIX, é uma personagem importante na história do vitalismo. Para a Filosofia, o vitalismo se fundaria em uma doutrina que considera a existência de um princípio vital em cada ser vivo. Esse princípio não diz respeito à sua roupagem corpórea, nem à alma e tampouco à mente, mas algo que produziria uma energia própria capaz de gerar e dirigir a vida nos seres.

A retomada do vitalismo, que coloca a questão da natureza da vida e suas determinações em termos de força vital, é correlata do surgimento no início do século XIX, do conceito de vida e de uma nova região do saber, a das ciências da vida (PORTOCARRERO, 2000, p. 116)

O vitalismo historicamente se opõe ao mecanicismo e ao materialismo os quais depositam as explicações para a ocorrência da vida limitadas às dimensões explicativas dos processos físico-químicos (JAPIASSÚ & MARCONDES, 2006, p.279).

Bichat afirmava que “a vida é a soma de fenômenos que resistem à morte”. Definição um tanto quanto vaga visto que os fenômenos vitais, aqueles que teriam sede na matéria viva, mas que não seriam intrínsecos a ela, ao mesmo tempo em que lhe conferem a condição de “viva” permite com que ela manifeste a “vida”, logo a vida em si não estaria na matéria, mas em um princípio que faria com que tais fenômenos ocorressem. Algo que os dirigisse, organizasse seu funcionamento, manutenção e que permitisse ao ser a possibilidade de exercer a sua condição de vivo.

Em um trecho retirado de um livro didático de Biologia escrito na década de 1960, em uma tentativa de explicar a questão da conceituação do que seria o objeto de estudo da Biologia - a vida – seus autores imaginam um diálogo com Bichat acerca dos fenômenos que animam a matéria viva.

Perguntaríamos a Bichat: - Quais são estes fenômenos?  
 A provável resposta seria: - Os fenômenos vitais  
 Voltaríamos a perguntar: - Que são fenômenos vitais?  
 Diria: - Os que têm sede na matéria viva.  
 Replicaríamos: - Que se entende por matéria viva?  
 A resposta lógica seria: - Aquela que se manifesta com a VIDA.  
 Concluiríamos então: - VIDA é VIDA, e até aí nada foi definido.  
 (MENEGOTTO & AZEVEDO, 1963, p. 20)

Observa-se tamanha dificuldade na tentativa em definir vida. É possível definir o vivo, mas a pergunta ainda continua: o que é *vida*? O que aparecerá na história a partir disso são teorias que tentam explicar a origem da vida, mas até o presente momento ninguém conseguiu explicar a vida construindo um *conceito de vida*.

Embora as observações ligadas à abiogênese – e por consequência também relacionadas ao vitalismo - tenham sido derrubadas por experimentos como o de Spallanzani<sup>28</sup>, Redi<sup>29</sup> e Pasteur<sup>30</sup>, fazendo aflorar a Biogênese, fica evidenciada a importância dessa teoria da geração espontânea enquanto um primeiro questionamento da humanidade acerca da observação atenta de sobre como algumas formas de vida poderiam ter surgido, mesmo que delas tenham derivado algumas explicações fantásticas acerca da possibilidade de origem da vida. Com relação a essa última constatação, é a ela que muitos autores dos livros didáticos se apegam para tornar esse assunto de interesse do estudante, mas não há grande especificidade sendo também trabalhada pelos textos que integram tais publicações de uma maneira breve, mais informativa e dentro de um determinado contexto histórico.

De acordo com o livro de Amabis e Martho (2006, p.11) a ideia central da abiogênese, ou geração espontânea - teoria que admite a possibilidade da matéria viva emergir da matéria não viva –, reside na crença “de que seres vivos poderiam surgir por outros mecanismos além da reprodução”.

<sup>28</sup> Lazzaro Spallanzani (1729 —1799).

<sup>29</sup> Francesco Redi (1626 –1691).

<sup>30</sup> Louis Pasteur (1822 —1895).

Essa teoria admitia, por exemplo, que cobras rãs e crocodilos podiam formar-se espontaneamente da lama de lagos e rios, e que gansos podiam surgir pela transformação de pequenos crustáceos marinhos, como cracas pedunculadas (AMABIS & MARTHO, p.11, 2006).

Segundo esses autores, a transformação de um animal em outro sem o acontecimento de um processo reprodutivo – como no caso dos crustáceos transformando-se em gansos -, estaria também enquadrada dentro da abiogênese, o que tornaria seu conceito um pouco mais ampliado e, ao mesmo tempo, não seria completamente atendido pelo nome, cuja tradução literal corresponde à negação da participação de seres vivos, de um envolvimento prévio entre seres, tendo como finalidade o surgimento de outros.

O texto também frisa que pelo fato de a geração espontânea estar incorporada ao pensamento aristotélico e tendo em vista sua grande influência para a cultura ocidental, cientistas importantes dos séculos XVII e XVIII, como René Descartes<sup>31</sup>, Isaac Newton<sup>32</sup> e Jan Baptista Van Helmont<sup>33</sup> teriam justificado sua crença nessa teoria com base em experimentos, uma empiria não tão rigorosa, mas que levou a humanidade a considerar a possibilidade de ocorrência da abiogênese.

Jan Baptista Van Helmont, célebre médico de Bruxelas e pesquisador da fisiologia das plantas, chegou mesmo a elaborar uma “receita” para produzir ratos por geração espontânea. Dizia ele: “[...] colocam-se num canto sossegado e pouco iluminado, camisas sujas. Sobre elas espalham-se grãos de trigo e o resultado será que, em vinte dias, surgirão ratos [...]” (AMABIS & MARTHO, p.11, 2006).

Pode-se observar a precariedade da compreensão humana acerca do que poderia explicar a origem, da vida dos vivos. Ressalta-se aqui também o fato de que a pergunta sobre a “origem da vida” tem desafiado a curiosidade da espécie humana ao longo de sua existência, tendo inclusive uma raiz filosófica na antiga Grécia, com explicações fantásticas e mitológicas. No caso da “receita” de Van Helmont, o princípio ativo para o surgimento da vida seria o suor das camisas sujas, mas além dele, Paracelso<sup>34</sup> “relatava que, por geração espontânea, ratos e camundongos, rãs e enguias, surgiam de uma mistura de ar, água, palha e madeira podre” (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.1009).

<sup>31</sup> René Descartes (1596 -1650).

<sup>32</sup> Isaac Newton (1643 -1727).

<sup>33</sup> Jean Baptista van Helmont (1577 - 1644).

<sup>34</sup> Paracelso (1493 - 1541).

Aldovandro<sup>35</sup> também acreditava que patos e marrecos nascessem do lodo depositado no fundo das lagoas (SOARES, 2004, p.271). Segundo Sídio Machado (2009, p.41.), “mesmo William Harvey, autor da frase “tudo o que é vivo vem do ovo” e pioneiro da Fisiologia Animal, não negava a geração espontânea”.

Francesco Redi, um dos personagens que contribuiu para a derrubada da geração espontânea, em seu livro *Experimentos sobre a geração de insetos*<sup>36</sup>, sugere que um tipo de resposta à Abiogênese se encontraria no canto XIX da Ilíada (AMABIS E MARTHO, 2006, p.12):

Por que (...) Aquiles teme que o corpo de Pátrocles se torne presa das moscas? Porque ele pede à Tétis que proteja o corpo contra insetos que poderiam dar origem a vermes e assim corromper a carne do morto?

Segundo Redi, mesmo que a Abiogênese fosse consenso no pensamento Aristotélico, os próprios gregos já conheciam os princípios da putrefação como está demonstrado no excerto acima, de acordo com sua própria observação.



Figura 6 – O experimento de Francesco Redi (AMABIS E MARTHO, 2006, p.11).

O texto sobre a mesma teoria encontrado no livro de Sônia Lopes contribui para a discussão histórica acerca da geração espontânea porque agrega mais um elemento que pode contribuir para a discussão. Nesse caso, como já anteriormente citado, a Abiogênese – mesmo que teoria inviável – foi a primeira sobre a origem da vida (pois até então só se considerava o criacionismo) com possibilidade de empiria.

<sup>35</sup> Aldovandro viveu na Idade Média.

<sup>36</sup> *Experimenta circa generationem insectorum*, de Francesco Redi.

Sônia Lopes (2008) traz a figura de John T. Needham<sup>37</sup> como um dos empíricos defensores dessa teoria.

Em 1745, o cientista inglês John T. Needham realizou vários experimentos em que submetia à fervura frascos contendo substâncias nutritivas. Após a fervura fechava os frascos com rolhas e deixava-os em repouso por alguns dias. Depois, ao examinar essas soluções ao microscópio, Needham observava a presença de micro-organismos (LOPES, 2008, p.98).

Uzunian e Birner (2008) também fazem uma referência à Needham:

No século XVIII, em que já se sabia da existência de micro-organismos, o pesquisador Needham efetuou uma série de experimentos com caldo de carne previamente aquecido, na tentativa de demonstrar a geração espontânea. Depois de alguns dias, o caldo ficava turvo pelo aparecimento de micro-organismos, fato que, para o pesquisador, indicava a ocorrência de geração espontânea (UZUNIAN & BIRNER, 2008,p.1009).

Como consequência da citação de Needham é necessário citar também Spallanzani. Ao repetir o experimento realizado por Needham fazendo com que o caldo de carne permanecesse mais tempo sob as condições de fervura, não observou o crescimento dos seres microscópicos, comprovando que ao serem mortos pela fervura – e estando os frascos devidamente lacrados – não poderiam emergir do caldo orgânico.

Needham respondeu a essa crítica dizendo que, ao ferver por muito tempo as substâncias nutritivas em recipientes hermeticamente fechados, Spallanzani havia destruído a “força vital” e tornado desfavorável o aparecimento da vida (LOPES, 2008, p.98).

Esse contra-argumento se deve ao fato de que a crença na corrente vitalista, de um princípio vital organizador, serviria como essencial à origem da própria vida. Embora a existência ou não desse princípio não tenha sido comprovada, foi possível comprovar que a vida só surge de outras formas de vida pré-existentes, ou seja, que só seres vivos são capazes de originar outros seres vivos por meio de diferentes tipos de mecanismos de reprodução. Abre-se então o espaço para uma compreensão plausível acerca da origem da vida que não recai nem sobre a fé e tampouco sobre uma empiria viciada. A Biogênese vem fazer o contraponto à

---

<sup>37</sup> John T. Needham (1713 - 1781).

Abiogênese elucidando os mecanismos de compreensão da origem das formas de vida.



## 12.5 Biogênese: a vida originando a vida.

Nesse momento de minha escrita, como fruto da análise dos livros didáticos, duas coisas são perceptíveis: a primeira delas é que ao avançar observando e tecendo algumas considerações acerca da vida e do vivo no cerne das teorias que postulam a origem da vida, é notória a mudança no sentido do conhecimento biológico, na observação sobre o “como” a vida - os seres vivos - poderia ter surgido no planeta. Percebe-se o aprimoramento da compreensão acerca das possibilidades para uma origem da vida, principalmente quando trilhamos o caminho do Criacionismo, passando pela Abiogênese até alcançarmos a Biogênese, foco e objeto atual da análise.

A segunda coisa que pode ser percebida é que ao aceitar o desafio de escrever sobre o objeto de estudo da Biologia, não é possível se furtar de escrever a própria história dessa ciência ao relatar acontecimentos, examinar fatos, figuras e elementos históricos que contribuem para a construção de um pano de fundo para essa análise e que, por muitas vezes, explicam o porquê do conhecimento biológico encontram-se em seu status atual de saber.

São diversos os enfoques que - dentro da própria Biologia - o elemento vida pode receber, mas independentemente disso sua referência é sempre o vivo. É o vivo que lhe possibilita a existência enquanto ciência. Na observância dessas teorias que tentam explicar o surgimento da vida – ou as possibilidades para tal ocorrência – podem ser evidenciados diferentes enfoques que tudo tem a ver com a história e com a quantidade de conhecimento acumulado sobre as formas de vida em uma determinada época. Por exemplo, com relação ao Criacionismo, não há possibilidade alguma do debruçar de um olhar científico. A vida e o vivo são tomados como elementos divinos cuja origem não é deste mundo, pois a perspectiva da criação explicando a origem da vida e a complexidade de suas formas exclui definitivamente a ciência de qualquer tentativa de análise, tendo em vista uma condição transcendente fruto da atividade de uma força criadora e organizadora superior, divina. Nesse sentido qualquer embate seria inútil, porque mais difícil do que comprovar a existência de Deus seria comprovar sua inexistência, o que tornaria a discussão sempre inacabada, infundável.

A insistência da razão – do movimento racionalista – e toda lógica que nela pode haver, ou que ela pretende empreender em buscar quando se trata dos modos

de conhecer o mundo, trouxe certa validação, mesmo que mínima, à Geração Espontânea. A possibilidade de encontrar a resposta para a origem das formas de vida, ao mesmo tempo em que permite submeter à própria vida a condições experimentais, fez com que a ideia desse conceito – na Biologia – se materializasse no sentido da crença de que talvez fosse possível compreendê-la observando os vivos e seus modos de vida.

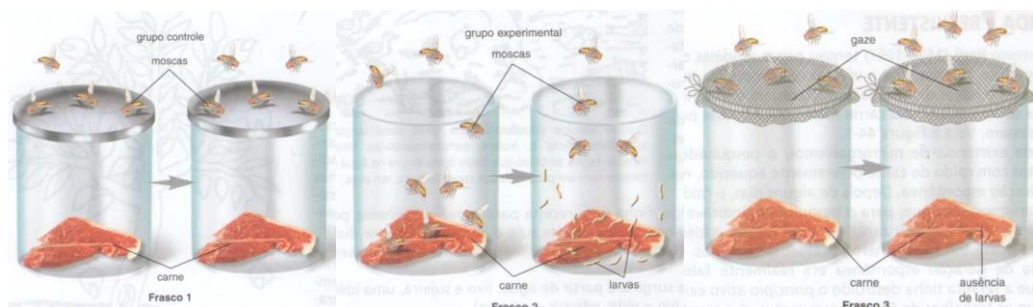
Com isso foi possível dar espaço e empreender um olhar mais atento das formas de vida, relacionando – mesmo que erroneamente – seu surgimento à combinação de elementos abióticos que poderiam ser encontrados em zonas de ocorrência desses seres, seus habitats. Daí o fato da possibilidade de relação entre a palha e o surgimento de ratos, do lodo depositado no fundo dos lagos com os patos ou até mesmo das cracas sendo influenciadas pelo próprio meio a se transformarem em marrecos. O mérito de uma teoria como a da Abiogênese foi o de trazer a vida para um âmbito mundano - da matéria – onde pode ser colocada à prova pela ciência e sua metodologia investigativa, neste caso, no que tange a sua origem.

No caso das teorias – essencialmente – biológicas que postulam a origem da vida, ao observá-las temos que cada uma delas surgiu no esgotamento do discurso da outra. Tidas como teorias, criacionismo, abiogênese e a biogênese (agora em questão), são também percepções sobre os modos como a vida teria surgido. Quando cessa o espaço para uma percepção divina surge outra racionalidade que tenta explicar essa origem: a Abiogênese aparece como a alternativa mais viável em um momento pontual da história do conhecimento científico, mais especificamente o biológico. Esta, por sua vez, também se esgota quando se observa uma insuficiência elementar, a impossibilidade da matéria-bruta originar um ser “vivo” em toda sua complexidade estrutural.

Grande parte, para não dizer a maioria, dos livros didáticos de Biologia observa nos resultados dos experimentos de Redi e Pasteur a virada na concepção epistemológica em torno da vida, mas a primeira contestação empírica da Geração Espontânea se deu com Lazzaro Spallanzani e seu experimento – reproduzindo Needham – que com pequena variação no que diz respeito às condições de temperatura (tempo de fervura do caldo de carne, como anteriormente já referido) foi essencial para que se pudesse perceber que a vida só poderia surgir de outras

formas de vida pré-existentes. Embora Spallanzani tenha feito este primeiro movimento para a derrubada de uma teoria como a da Geração Espontânea, os experimentos de Redi e Pasteur – este, muito mais – são considerados os marcos para a emergência de uma nova teoria: a Biogênese.

Ambos os experimentos são muito similares em termos de finalidade. Era preciso comprovar que a vida não poderia surgir da matéria não viva. Logo, Francesco Redi teve a ideia de, em dois frascos distintos, colocar pedaços de carne. Um foi tampado com um pedaço de gaze, outro deixado aberto. A hipótese do cientista era a de que se as moscas pudessem ser mantidas isoladas, de pelo menos um, dos pedaços de carne, não conseguiriam fazer a postura e sendo assim naquele pedaço as larvas não apareceriam, o que seria verificável apenas no exposto - do outro frasco - comprovando que foi a exposição que permitiu esses insetos de colocarem seus ovos na carne e que foi destes ovos, e não da própria carne, que emergiram as larvas.



**Figura 7 - Experimento de Redi. Segundo apresenta o livro de Uzunian e Birner (xxxx, p.1010), Redi teria antes realizado o experimento com frascos hermeticamente fechados, mas encontrou resistência por parte daqueles que acreditavam na geração espontânea – e até mesmo no vitalismo – que creditavam à composição do ar a existência de uma “força” ou “sopro” gerador, organizador da vida.**

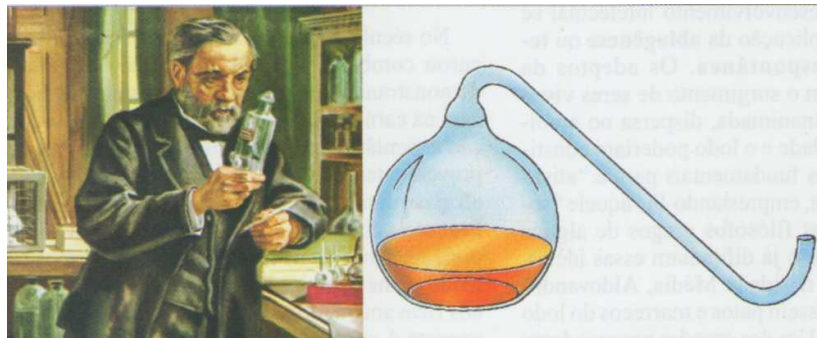
Redi teve sucesso em seu experimento embora, para muitos, seu resultado não tenha sido definitivo para que se pudesse abandonar a Abiogênese; talvez como afirma o texto de Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (p.18, 1998) a partir do livro *Opere di Redi*<sup>38</sup>, foi que o “mesmo Redi continuou a aceitar a ideia de geração espontânea dos vermes intestinais”, tendo apenas comprovado a sua inexistência em um caso específico.

Com relação ao experimento de Louis Pasteur, temos algo parecido com o procedimento empregado por Redi e pelo próprio Spallanzani, em sua variação ao

<sup>38</sup> Redi, Francesco. *Opere di Redi*. 3 vols. Venezia: G. Gabriello, 1712.

experimento de Needham. Pasteur, assim como eles, utilizou caldo de carne e submeteu-o à fervura; e, como Redi, isolou esse caldo, fazendo com que não houvesse contato com o ambiente externo utilizando-se de frascos “pescoço de cisne”.

No início da década de 1860, o cientista francês Louis Pasteur começou a estudar a origem dos microrganismos, estimulado por um prêmio oferecido pela Academia Francesa de Ciências para quem realizasse um experimento definitivo sobre o assunto. Em uma de suas experiências, ele colocou caldos nutritivos em quatro frascos de vidro e amoleceu seus gargalos no fogo, esticando-os e curvando-os como um pescoço de cisne. Em seguida, Pasteur ferveu o caldo dos frascos até que saísse vapor pelas extremidades dos gargalos recurvados, expulsando todo o ar interno. Os frascos esfriaram lentamente, de modo que as partículas presentes em suspensão no ar que penetrava de-positavam-se nas curvas do gargalo, que funcionava, assim, como um filtro (AMABIS & MARTHO, 2006, p.11).



**Figura 8 – Pasteur e o vidro com “pescoço de cisne” (SOARES, 2004, 272).**

Pasteur observou que após a fervura o caldo se mantinha estéril, mas que quando o pescoço do frasco era quebrado em pouco tempo emergiam microrganismos, observando que seu surgimento estava relacionado com o contato deste caldo com o ar, ou seja, outros micro-organismos presentes no ar e que caíam sobre este caldo – rico em nutrientes – aproveitavam essa condição favorável para se reproduzir.

A Biogênese, ao derrubar a geração espontânea, coloca a vida em uma perspectiva diferenciada ao estabelecer a existência de um limite entre o mundo dos vivos e o dos não vivos. Com isso, essa teoria conseguiu demarcar as diferenças que residem na própria matéria e que estão em uma ordem qualitativa – o orgânico e o inorgânico – e ressaltar que sua estruturação material básica, essencialmente orgânica, é o que explica a possibilidade de decomposição, a putrefação como o

resultado da ação da própria vida (micro-organismos capazes de reciclar a matéria), sendo este mais um dos elementos que caracterizam e definem qualitativamente o vivo, as formas de vida.

## 12.6 O que Pasteur tornou possível.

À vida como objeto de pesquisa correspondem novas formas de saber. O surgimento da microbiologia não é resultado do aparecimento de novas técnicas – microscópicas – mas de uma mudança que assiste, nesse mesmo instante, ao nascimento da biologia através da configuração deste novo objeto que é a vida. As mesmas condições, que permitiram a constituição da biologia, permitiram o surgimento da microbiologia. Tais condições são dadas pela possibilidade de analisar a vida, seja em grandes seja em microscópicos (...) (PORTOCARRERO, 2009, p.99).

Louis Pasteur ao realizar o experimento que derrubou definitivamente a teoria da abiogênese possibilitou que a vida pudesse ser tomada como objeto experimental e analisada em laboratório. Na verdade, o que surge com Pasteur é outro domínio de saber dentro das Ciências Biológicas: a Microbiologia. A partir do momento em que microrganismos podem ser analisados em laboratório, o cientista pode interferir sobre eles, modificando as condições experimentais. Assim como as outras Ciências Biológicas de certa forma já o faziam, é preciso interrogar o vivo sobre a vida e a Microbiologia nasce contribuindo para a compreensão de outras formas de vida microscópicas que passam a ser associadas tanto às doenças quanto à possibilidade de contribuírem à vida humana como por exemplo, nos processos de fermentação<sup>39</sup>.

Foi exatamente a fermentação que fez com que Pasteur suspeitasse da presença de microrganismos em determinadas substâncias que acabavam por transformá-las. Ele percebe que é a partir da intervenção do vivo que substâncias podem ser de alguma forma modificadas e que contêm aquilo que é necessário para que esses seres possam viver e se reproduzir: elementos nutritivos. O que está em jogo a partir desse momento é uma análise do metabolismo desses microrganismos, ou seja, seus processos vitais de manutenção e de regulação que nada mais são do que reações químicas endógenas.

---

<sup>39</sup> A fermentação é um processo metabólico anaeróbico de obtenção de energia. A partir do consumo de glicose na ausência de gás oxigênio, fungos unicelulares (leveduras) e bactérias produzem energia para manter seu metabolismo ativo regulando, assim, seus processos vitais. Durante esse processo podemos ter como produtos da degradação dos açúcares, álcool etílico (etanol), ácido láctico (lactato) e ácido acético (acetato).

Pasteur também fundou suas observações no que ele chamou de *dissimetria molecular*<sup>40</sup>. Ao analisar substâncias artificiais e substâncias produzidas pelos microrganismos, ele percebeu que esses seres vivos produziam algumas substâncias que eram muito semelhantes às sintéticas, mas que seu arranjo molecular consistia em uma organização similar, com átomos organizados de forma especular. Tais substâncias eram produtos do metabolismo desses seres e fizeram Pasteur acreditar que a dissimetria molecular era uma das condições chave para a detecção da presença de vida em determinado ambiente. Como afirma Portocarrero (2009, p.88), a dissimetria parece ser uma necessidade da constituição de moléculas que se edificariam sob a influência da vida. Nesse momento é forte a influência da Química na compreensão da vida a partir da ação (metabólica) do vivo.

O que Pasteur realmente imaginava ser possível era a introdução em moléculas artificiais de uma força de ordem dissimétrica para que em laboratório ele pudesse constituir a vida. Ele tinha motivos para acreditar que aquilo que um dia o vitalismo denominou “sopro vital” seria essa força capaz de causar a dissimetria em nível molecular e originar a vida.

O que parecia estar claro para Pasteur era que:

Com o estudo da fermentação, desaparece a antiga forma de vitalismo a que a Biologia, inicialmente, recorrera para adquirir independência. Diante do desenvolvimento da ciência experimental, da química orgânica e biológica, não se pode mais, a não ser através do misticismo, invocar um princípio de origem desconhecida, algo que escapasse inteiramente às leis da física (PORTOCARRERO, 2009, p.96).

Pode-se notar que, como anteriormente colocado, as Ciências Biológicas possuem uma dependência de outras ciências para que possam tornar seu trabalho possível. A Física e a Química são fundamentais para a compreensão da vida. Muitas áreas do conhecimento biológico nada mais são do que a própria física e a própria química aplicada (ex. Bioquímica e a Biofísica). Nesse sentido o olhar de Pasteur e da sua Microbiologia vão ao âmago de compreender os fenômenos vitais, o metabolismo, e sua influência na capacidade de transformação do meio onde o vivo ocorre.

---

<sup>40</sup> A dissimetria molecular consiste em analisar moléculas que possuem a mesma fórmula, mas que apresentam o que a Química chama de isomeria. Apesar de possuírem a mesma fórmula, os mesmos átomos (inclusive em número), sua estrutura não é exatamente igual mas, sim, espelhada.

Começa-se a perceber então que a compreensão da vida abandona uma análise de superfície proposta pela História Natural e que a compreensão da Fisiologia vai além da relação com a anatomia de órgãos e sistemas internos. É preciso entender como se dá a interação em nível molecular, o que torna possível a manifestação existencial do vivo como primeiro passo para alcançar a resposta à pergunta *o que é vida?*



## 12.7 A Teoria da Evolução Química.

Atualmente a teoria mais aceita para explicar a origem das formas de vida na Terra denomina-se Teoria da Evolução Química ou – como alguns livros didáticos fazem referência – Teoria da Evolução Molecular. Se com a Geração Espontânea, pela primeira vez, houve o surgimento de uma ligação entre matéria e vida e, mais tarde, com a Biogênese percebeu-se uma especificidade em termos qualitativos dessa matéria – orgânica – de acordo com a constituição das estruturas vivas as quais incorporava, foi entre o final do século XIX e início do século XX que a Química incorpora-se ao conhecimento biológico contribuindo no sentido de sustentar um discurso da vida a partir do conhecimento estrutural dos vivos. A partir disso, é possível observar que a Teoria da Evolução Molecular é essencialmente baseada em aspectos bioquímicos e tenta explicar como possivelmente se deu a organização de uma primeira forma de vida.

A teoria da evolução química, também chamada teoria da evolução molecular, admite que a vida surgiu como resultado de um processo de evolução química, em que compostos inorgânicos se combinaram originando moléculas orgânicas relativamente simples (aminoácidos, açúcares, bases nitrogenadas, ácidos graxos etc.); estas, por sua vez, também se combinaram de várias maneiras, produzindo moléculas mais complexas (proteínas, lipídios, ácidos nucleicos etc.). Finalmente, moléculas complexas teriam originado estruturas com capacidade de se autoduplicar e de realizar metabolismo, que seriam os primeiros seres vivos (AMABIS & MARTHO, 2006,p.12).

A Biologia atual organiza os seres vivos – objetos de seu estudo – tanto em um nível molecular quanto ecológico, de uma forma hierarquizada de acordo com a complexidade inerente a cada um desses níveis. Partindo de uma premissa da Biologia, de que a célula seja a primeira unidade complexa e organizada dotada de vida (de acordo com tal organização em níveis), é possível observá-la materialmente em termos de composição estrutural atômica e molecular. A grande inovação em termos de percepção – ou de concepção - do que é vivo, por essa teoria, está no fato de ter sido postulada na interface de um conhecimento essencialmente bioquímico – referente à estrutura celular – com outro essencialmente ecológico, que reside na análise das possíveis condições ambientais da Terra primitiva que possibilitaram às formas de vida mais primitivas o seu aparecimento: a matéria

orgânica constituindo-se como algo a mais - uma forma de vida - com características peculiares às características que se encontram delimitando a possibilidade de existência dos vivos.

Aqui também há de se ressaltar que se do Criacionismo à Biogênese, passando pela possibilidade de uma Geração Espontânea, uma teoria era capaz de modificar o padrão de entendimento – em termos de concepção – em relação à outra. O fato é que agora, mesmo com a evolução molecular, a perspectiva da Biogênese é mantida. O que era – por esta teoria – observado em um âmbito mais geral e macroscópico, que a vida só é possível a partir de outras formas de vida – sem discutir com maior profundidade e especificidade a composição dos vivos, agora é colocado de outra maneira: continua a ser aceita a Biogênese, mas é em um nível mais específico que se buscam os elementos capazes de uma explicação acerca da origem dessa organização viva, de como essa matéria orgânica teria se organizado de maneira a fazer surgir em um momento da evolução uma estrutura complexa dotada de qualidades distintas, extraordinárias, quando comparada a outras formas materialmente organizadas. Em outras palavras: como a matéria orgânica foi capaz de animar-se?

A partir da continuidade da perspectiva da Biogênese também podemos perceber que, enquanto teoria precedente à Evolução Molecular, foi essencial, pois além de determinar a existência de vida, sempre a partir de outra pré-existente, ressaltou pela primeira vez a importância do meio na manutenção dessas formas. Em outras palavras: teve papel importante na comprovação da relação íntima que os seres estabelecem com o meio (no qual se encontram inseridos) seus elementos, suas possibilidades de nutrição, assimilação e, finalmente, incorporação destes em sua estrutura material que a partir desses processos se renovaria.

Com isso fica evidente que se um dia, com a Abiogênese, houve a crença em um princípio vital contido na matéria, a perspectiva da Biogênese associada à Evolução Molecular faz um tipo específico de matéria – a orgânica – assumir o papel principal no que tange à importância de seu estudo, de seu conhecimento e organização na estrutura dos vivos, pelo fato de ser seu componente fundamental. Nesse sentido, a partir do momento em que a ênfase está voltada ao conhecimento molecular, aminoácidos, proteínas, glicídios, lipídios, ácidos nucléicos, entre outros,

passam a ter observados e estudados seus respectivos papéis e funções, uma vez incorporados na estrutura dos seres vivos.

Como se pode observar, a teoria da evolução molecular coloca o foco da vida no “vivo”, em sua estrutura material, ou seja, na composição das formas de vida. Residiria, então, no próprio ser uma possível resposta – ou pelo menos parte dela – a sua origem a partir da verificação da maneira como está estruturalmente organizado. Ao analisá-lo pôde-se postular uma teoria cujo núcleo central de sua hipótese se encontra na complexidade molecular presente na matéria viva e na tentativa de elucidar os mecanismos que a mantém funcionalmente.

É fato que nem tudo o que é composto de matéria orgânica é dotado de vida, mas, de certa forma, deriva de seres vivos. Na composição desse tipo material – como característica – se encontram átomos de carbono (C) que podem estar associados a outros como: hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). Além disso, cabe lembrar que moléculas inorgânicas, mais especificamente seus elementos – na forma de íons –, também podem ser encontrados nos organismos vivos, mas o arcabouço da matéria viva é essencialmente orgânico. A partir do desenvolvimento de uma análise do vivo, em uma perspectiva bioquímica, seria necessária a existência de uma teoria que pudesse explicar quais foram as condições de possibilidade de reunião desses elementos na formação da primeira forma de vida. E mais: também haveria a necessidade de uma explicação sobre como esse primeiro ser teria tido condições para se organizar fisiologicamente em termos metabólicos; em outras palavras, o que teria possibilitado sua funcionalidade tanto em termos de capacidade de assimilação, de nutrição, de realização de processos energéticos quanto de autoduplicação.

Algumas questões pertinentes – algumas já referidas - à Teoria da Evolução Molecular aparecem no livro didático escrito por Sídio Machado (p.37, 2009), neste caso, questões que soaram como desafios para essa teoria:

- a) Como surgiram as moléculas orgânicas (aminoácidos, nucleotídeos etc.) que caracterizam as células vivas?

- b) Como essas moléculas se reuniram em macromoléculas (proteínas, ácidos nucleicos, etc)?
- c) Como as macromoléculas orgânicas primitivas começaram a se reproduzir?
- d) Como essas macromoléculas replicantes se reuniram em sistemas bem definidos e delimitados (células)?

O livro de Sídio Machado é o único a colocar claramente essas questões que se configuram como interessantes tendo em vista que é preciso situar o aluno, explicar as situações que levaram a postular uma teoria que, a seu modo, tentou responder a essas perguntas que por muito tempo inquietaram a comunidade científica. Novamente se pode perceber que o foco do estudo da vida se concentra no vivo e que, ainda vigente, a Evolução Química aproxima uma condição abstrata da vida - enquanto conceito amplo e genérico - de sua condição existencial ativa, o vivo em sua atividade, a biodiversidade e seus complexos modos de existência.

Na primeira metade do século XX, o russo Alexandr Oparin postula a Teoria da Evolução Química. Ao estudar a composição da estrutura celular e das condições do ambiente terrestre atuais, propõe uma série de condições que tentam explicar o modo de organização do que ele chamou de “Terra primitiva” e, a partir do surgimento da primeira forma de vida – e sua capacidade de autoduplicação – como houve, por parte dessas formas, uma atuação no sentido de uma modificação no ambiente terrestre culminando em sua atual condição. Em outras palavras: de que maneira a vida teria interferido na evolução do ambiente terrestre? Observa-se claramente que, em um primeiro momento, procura-se compreender como a matéria se organiza e dá origem à vida, para que em outro, se possa tentar entender como a vida participa ativamente de um processo que modifica o meio.

A teoria de Oparin, em todos os livros didáticos de Biologia que passaram pelas minhas mãos até o momento – de aluno, estudante de graduação até professor -, selecionados ou não, para a escrita desta tese, se caracteriza por apresentar os textos mais aprofundados dentre todas elas. Em qualquer escrita referente a esta teoria nos textos dos livros didáticos é onde mais podemos encontrar riqueza de detalhes, a que parece ter mais força e ser a mais carregada de sentido, sobretudo

na forma como são apresentados uma série de eventos concatenados até a organização da primeira célula<sup>41</sup>.

A origem das moléculas orgânicas que formaram os primeiros seres vivos ainda é motivo de controvérsia. Diversas experiências têm mostrado que moléculas orgânicas podem ter se formado a partir de reações entre as moléculas dos gases atmosféricos da Terra primitiva. Descobertas recentes, porém, sugerem que as substâncias precursoras da vida podem ter sido "semeadas" por cometas e asteroides vindos do espaço sideral (AMABIS & MARTHO, 2006, p.14).

No início teria havido chuva. Fortes e demoradas tempestades, na verdade. Talvez não se pudesse contabilizar em dias, mas em anos o período em que chuvas torrenciais atingiam ininterruptamente o planeta Terra, então em processo de formação. Havia também os raios. Sim, raios, com suas fortes e carregadas descargas elétricas que alvejavam a Terra primitiva cuja atmosfera - também em formação - seria composta de metano (CH<sub>4</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>), vapor d'água e gás hidrogênio (H<sub>2</sub>). Segundo Oparin, a Terra, desde o *Big Bang*, começava a esboçar condições de possibilidade para a existência de vida.

Para fazer essas afirmativas, Oparin se baseava - em conhecimentos de Astronomia. Com o uso de um aparelho chamado espectroscópio acoplado ao telescópio, os astrónomos já evidenciaram que nas atmosferas do Sol, de Júpiter, Saturno e Netuno, são abundantes, entre outros gases, o metano, a amônia e o hidrogênio. O vapor de água teria sido proveniente da intensa atividade vulcânica que caracterizou o planeta nos seus primeiros tempos de formação (SOARES, 2004, 273).

Uma das condições que possibilitou o surgimento da vida na Terra foi o estabelecimento de uma temperatura amena. Aí se concebe o importante papel das chuvas no processo de resfriamento do planeta. É preciso considerar também que nesse período ocorria uma consolidação geológica. A lava dos vulcões em contato com as chuvas, formadoras de mares e oceanos, resfriava tornando-se magma que

---

<sup>41</sup> Aqui é importante que se observe a célula, a estrutura celular, como marco de uma vida primeira, organizada em torno dessa estrutura que acaba por demarcar o início da própria vida. Isso excluiria os vírus - seres acelulares - da classificação de vivos. Mais adiante, quando se observa a possibilidade da primeira forma de vida ser estruturalmente mais simples que uma célula (em uma teoria denominada de "mundo RNA"), veremos que existem indícios que apontam que a estrutura viral possa ter originado as primeiras células. O fato é que para Oparin, a primeira forma de vida surge com uma primeira organização celular.

posteriormente, por um processo de erosão – ao fragmentar-se, esfarelado-se – daria origem aos elementos do solo.

Mares e oceanos da Terra primitiva, ao misturarem-se com os elementos resultantes da erosão do magma, adquiriam uma consistência lodosa. Nesse lodo seria possível constatar a presença das moléculas dos gases que com as gotículas de chuva eram trazidos ao ambiente caudaloso formando aquilo a que muitos estudiosos da Biologia e da Química se referem como sendo uma grande “sopa de moléculas”.

Além disso, os cientistas acreditam que nosso então planeta em formação não apresentava camada de ozônio ( $O_3$ ). O que permitia uma maior penetração de raios ultravioleta. Acredita-se que a incidência desse tipo de radiação somada às descargas elétricas proveniente dos raios das tempestades foram cruciais no aparecimento de moléculas orgânicas. Ou seja: enquanto a radiação atuava em termos de estrutura molecular dando novas/outras configurações às moléculas e até mesmo fragmentando-as, os raios forneciam a energia necessária para que outras/novas moléculas pudessem se formar aleatoriamente nos mares e oceanos primitivos.

Segundo Alexandr Oparin, teriam sido essas as condições da Terra primitiva que o conduziram a postular a Teoria da Evolução Química em um sentido que se traduz em uma tentativa anterior à explicação da origem da primeira forma de vida, mas das primeiras moléculas orgânicas que viriam a ser a base estrutural desses primeiros seres vivos a habitarem o planeta. De acordo com a evolução química, a atmosfera primitiva do planeta teria tido um importante papel na formação de moléculas orgânicas mais complexas a partir de outras estruturalmente mais simples. Gases como metano ( $CH_4$ ), amônia ( $NH_3$ ), hidrogênio ( $H_2$ ) e vapor d'água teriam sido a matéria-prima elementar de moléculas como aminoácidos, proteínas (como polímero destes), lipídios, glicídios e ácidos nucleicos (DNA e RNA). As constantes tempestades teriam trazido essas moléculas para os ambientes alagados, lodosos, da Terra e seus raios teriam fornecido a energia necessária para que houvesse uma combinação entre essas moléculas originando outras mais complexas. O meio aquoso, teria favorecido a ocorrência dessas reações e se transformado em um grande caldo molecular orgânico.

Após Oparin, aparece a figura de Haldane<sup>42</sup>. Segundo esse cientista inglês, as primeiras estruturas formadas na terra primitiva teriam sido coacervados (ou coacervatos): aglomerados proteicos originados no ambiente aquoso, agora rico em moléculas orgânicas. Essas proteínas, então originadas nesse meio, segundo ele, já poderiam apresentar algum poder catalítico<sup>43</sup>, atuando como enzimas, hidrolisando<sup>44</sup> ou sintetizando<sup>45</sup> novas moléculas. Com essa proposição Haldane apenas avalizou a evolução química, corroborando com essa teoria que necessitava ser empiricamente comprovada.

Coacervatos e microsferas não são seres vivos e estão muito longe de resolver as dúvidas sobre como a vida começou. Entretanto, na falta de melhores indícios, essas estruturas indicam um possível caminho para a origem dos primeiros seres vivos. Moléculas precursoras da vida podem ter originado aglomerados isolados do ambiente, que adquiriram a capacidade de manter a organização durante algum tempo. O salto definitivo rumo à vida teria ocorrido no momento em que esses isolados moleculares adquiriram a capacidade de produzir seus próprios componentes, podendo crescer e se reproduzir (AMABIS & MARTHO, 2006 p.15).

Com esses relatos retirados dos textos presentes nos livros didáticos de Biologia, observa-se que antes de explicar a origem da primeira forma viva, a evolução química intenta explicar a organização da matéria orgânica dando condições de existência a uma forma material animada que se distingue das demais. É por isso que tem como sinônimo a “evolução molecular”. Foi preciso compreender a organização das moléculas em torno da estrutura viva para que posteriormente se pudesse ponderar como, por meio dela, deram-se algumas modificações ambientais e, inclusive, como a partir dela surgiram formas de vida diversas e mais complexas.

A partir da teoria da evolução química, pôde-se postular uma sequência de transformações na Terra Primitiva. Hoje, por exemplo, conhecemos a estrutura das células e sabemos que a membrana plasmática é composta de lipídios, sendo assim, percebe-se que aquilo que Oparin quis demonstrar é que a origem da membrana pode estar nas micelas lipídicas presentes nas regiões lodosas da Terra primitiva. No momento em que esses lipídios englobam moléculas orgânicas como

---

<sup>42</sup> John Burdon Sanderson Haldane (1892 –1964)

<sup>43</sup> O termo catalítico se refere à atuação das enzimas como *catalisadores biológicos*, capazes de acelerar reações químicas.

<sup>44</sup> A reação de hidrólise diz respeito a uma reação de quebra de moléculas na presença de água.

<sup>45</sup> Reações de síntese são reações onde novas moléculas são produzidas; de construção de moléculas.

proteínas, ácidos nucleicos e açúcares temos elementos necessários para a ocorrência de metabolismo. As proteínas serviriam tanto estruturalmente quanto como enzimas e os açúcares ao serem fermentados produziram a energia necessária para que essas reações metabólicas continuassem a ocorrer.

Novamente é necessário fazer referência àquilo que Pasteur havia observado com relação à fermentação. Esse processo é essencial à vida dos microrganismos como essa primeira forma de vida primitiva (*protobionte*). A ocorrência da fermentação é a única possibilidade para Oparin sustentar sua teoria, pois corresponde a um processo anaeróbico de obtenção de energia. Como ainda não havia gás oxigênio, não teria como haver possibilidade de uma respiração<sup>46</sup> aeróbica.

O fato de Pasteur haver constatado a presença de vida – ou de formas de vida – diz respeito à observação de modificação, de transformação do meio. Os processos fermentativos são essenciais à vida microbiológica porque produzem a energia necessária à manutenção de seu metabolismo, mas como produto final da reação acabam liberando gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Como se pode observar, a fermentação realizada a partir de substâncias orgânicas – açúcares – englobadas do meio propiciou uma grande mudança na atmosfera primitiva que foi a introdução de um novo gás em sua composição.

Assim como os já citados aminoácidos, as proteínas os açúcares e os lipídios, a clorofila também é uma molécula orgânica. A partir do momento em que ela surge e é internalizada por algumas dessas células primitivas essas estruturas passam a absorver o gás carbônico emitido para atmosfera pelos processos de fermentação. Esse gás fornece o carbono necessário para que as protocélulas clorofiladas consigam construir moléculas de açúcar, não precisando mais englobá-las do meio. Surge então a fotossíntese, processo de formação de matéria orgânica – açúcar – com auxílio de luz e da clorofila. Os indivíduos produzem seu próprio “alimento” para degradá-lo na fermentação e obter energia, portanto são considerados autotróficos<sup>47</sup>.

---

<sup>46</sup> O termo respiração diz respeito ao processo de produção de energia. Quando ocorre na presença de gás oxigênio diz-se que a respiração é aeróbica. Em condições onde há ausência de oxigênio apenas pode ser realizada a respiração anaeróbica. A fermentação é um tipo de processo anaeróbico de produção de energia.

<sup>47</sup> Autotróficos: seres vivos que produzem seu próprio alimento. Podem ser fotossintetizantes ou quimiosintetizantes.



Acontece que com o surgimento da fotossíntese ocorre a segunda modificação na atmosfera primitiva. Como produto da reação fotossintética temos a liberação de gás oxigênio ( $O_2$ ), antes inexistente na atmosfera primitiva. É só a partir do surgimento dos seres fotossintetizantes que a vida aeróbica poderá se desenvolver. A glicose passará não mais a ser fermentada pelos seres anaeróbicos, mas degradada na presença de oxigênio o que resultará em uma produção de energia muito maior pela célula; logo, um processo metabólico mais vantajoso. É com o surgimento da vida aeróbica que seres vivos de maior complexidade estrutural (pluricelulares) como plantas e animais puderam aparecer na face da Terra. Apenas a fermentação seria inviável – devido à baixa quantidade de energia produzida – para manter seres de estrutura mais elaborada que demandam maior produção e, portanto, maior gasto energético.

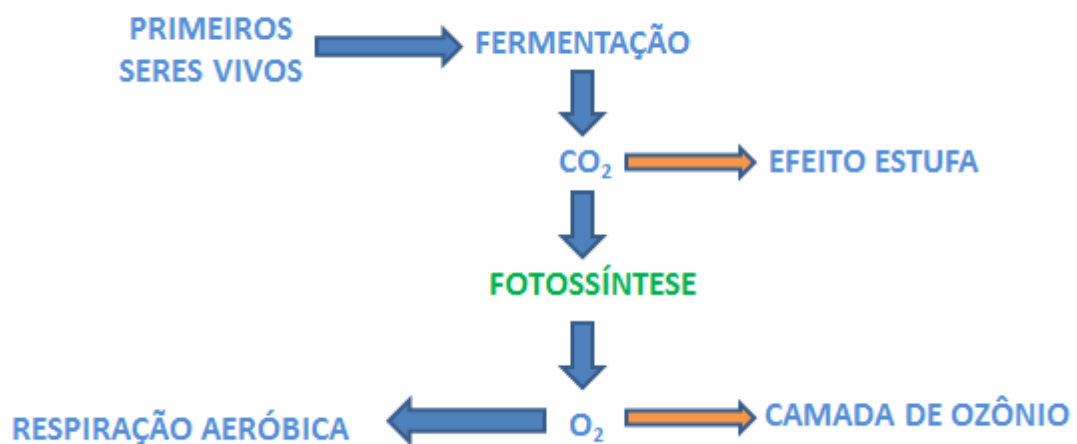


Figura 9 – Esquema que representa os eventos ocorridos na Terra primitiva a partir da proposição de Oparin (FONTE: O AUTOR).

É importante perceber que o efeito estufa se inicia com a deposição de gás carbônico na atmosfera. Isso fez com que a temperatura do planeta não tenha diminuído excessivamente durante o processo de resfriamento mantendo-a amena, fazendo do ambiente terrestre um lugar propício à ocorrência da vida. Outra questão importante é que com a fotossíntese e o início da liberação de gás oxigênio na atmosfera terrestre formou-se também o gás ozônio ( $O_3$ ).

A camada de ozônio protege o planeta dos raios ultravioleta que naquele período também foram os principais causadores de alterações moleculares

possibilitando seus rearranjos. Se ainda hoje, com a camada de ozônio, a radiação ultravioleta se mantém forte é possível imaginar o efeito potencializado dessa radiação incidindo diretamente sobre o planeta naquele período.

Assim surgiu a vida na Terra, segundo Oparin e a sua teoria da evolução química, proposta ainda na primeira metade do século XX. É preciso conceber que as condições por ele estabelecidas são hipotéticas, mas baseadas em observações climatológicas, geológicas e biológicas. A sequência de eventos por ele proposta parece encadear-se perfeitamente, mas como a Biologia é uma ciência experimental isso precisaria ser comprovado, o que viria a acontecer alguns anos mais tarde.

## 12.8 O experimento de Miller e Urey.

O experimento de Miller<sup>48</sup> e Urey<sup>49</sup> foi um marco na história da ciência, mais especificamente da Biologia, tanto na consolidação de uma aceitação para a teoria de Oparin, quanto nas observações de Haldane – acerca da formação dos coacervados - que também acabaram por contribuir com a evolução molecular proposta pelo cientista russo, reforçando a hipótese central dessa teoria a partir das condições já descritas da Terra primitiva. Ainda com relação a esse experimento é preciso observar que embora seja atribuído, pela maioria dos livros didáticos, apenas a Miller, Urey (orientador de Miller na Universidade de Chicago) teve participação conjunta na organização e supervisão da montagem do experimento. É preciso fazer justiça, pois na maioria dos textos há a supressão do nome de Urey, enquanto em alguns (poucos) se faz referência ao experimento como sendo de “Miller e Urey”.

O fato é que ambos podem ser considerados grandes nomes da ciência contemporânea, pois por meio de seu experimento, conseguiram reproduzir em laboratório as condições da Terra primitiva que havia sido proposta por Aleksandr Oparin. Pode-se afirmar que o experimento em questão constitui-se em uma tentativa bem sucedida de comprovação da evolução molecular a partir da (re)montagem das possíveis condições do planeta em formação tais quais foram propostas por Oparin.

Era preciso verificar se as combinações entre os gases presentes na atmosfera primitiva poderiam resultar em moléculas orgânicas dotadas de maior complexidade estrutural. Pode-se dizer que após a experimentação iniciada à época da abiogênese e, posteriormente, da biogênese, na tentativa de compreender a origem da vida, o experimento de Miller e Urey foi derradeiro. Com ele, até o presente momento – tendo em vista o teor científico de suas conclusões -, foi encerrada uma discussão sobre como poderia ter surgido uma primeira forma de vida no planeta.

Aparentemente o experimento (ver FIGURA 10) parece ser um tanto complexo, mas a base de seu funcionamento é bem simples.

---

<sup>48</sup> Stanley Lloyd Miller (1930 – 2007)

<sup>49</sup> Harold Clayton Urey (1893- 1981)

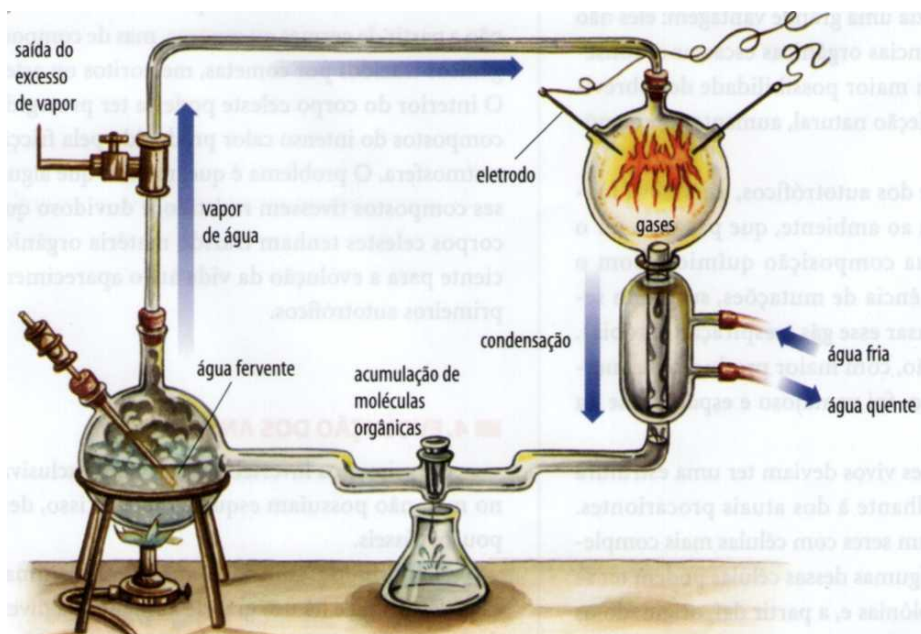


Figura 10 – Experimento de Stanley Lloyd Miller e Harold Clayton Urey (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.551).

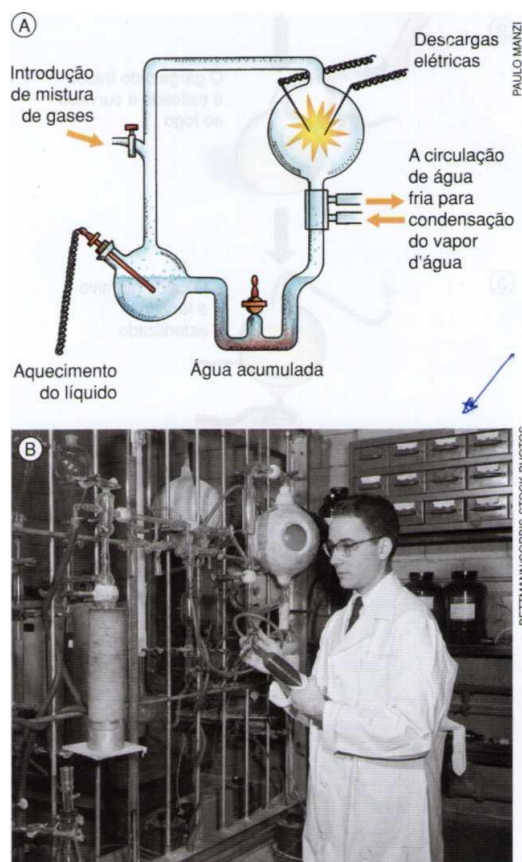


FIGURA 11 – Acima, novamente, a representação do experimento de Miller-Urey. Abaixo, Stanley Lloyd Miller (AMABIS & MARTHO, 2006, p.13).

A proposta de Miller foi criar um sistema onde a água em ebulição contribuiria fazendo o papel do vapor d'água existente na atmosfera primitiva. Essa água na forma de vapor era levada até um compartimento onde estavam presentes outros gases da atmosfera primitiva como metano, amônia e hidrogênio. Os cientistas inseriram eletrodos para que se pudesse submeter essa mistura a descargas elétricas fornecendo a energia necessária para o rearranjo molecular, assim como raios das tempestades faziam. Logo após uma série delas, a mistura gasosa passava por um condensador e mudava de estado físico (de vapor para líquido). O líquido que apresentava coloração escura estava espesso (com aspecto lodoso) e foi recolhido para análise. Miller e Urey constataram no produto de seu experimento a presença de moléculas orgânicas como aminoácidos, comprovando assim a hipótese de Oparin acerca da possibilidade de origem do primeiro ser vivo a partir de sua teoria da evolução química.

Mas no que significativamente para a Biologia, mais especificamente na discussão acerca de seu objeto, esse experimento contribuiu? Obviamente que a primeira resposta à pergunta já foi dada. A contribuição foi a chancela à teoria da evolução química, mas além disso a empiria em relação a um “desvendar” sobre a vida, ou os vivos, mais uma vez enfatizou o caráter experimental das Ciências Biológicas que se articulam em torno de outra maior: a própria Biologia. A resposta à pergunta inicial, cuja origem está na Filosofia, “o que é vida?” foi tomada pela ciência e, desde então, procura ser dada a partir de fatos que podem ser observados por resultados experimentais.

Com isso percebe-se que a Biologia tenta todos os dias cumprir o seu papel, mas usa como meio “o vivo” para atingir “a vida”. As Ciências Biológicas empreendem esforços e cada vez mais nos dão elementos das condições de possibilidade da vida, mas daí a defini-la, seria um esvaziar da própria função da Biologia, que mais nos aproxima de um conhecimento que circunda os elementos possíveis de funcionalidade dos vivos do que realmente responde e/ou avalia um conceito para “vida”. Isto, talvez, nada mais seja do que uma demonstração de que pode não ser esse - efetivamente - o papel dessa ciência sob o risco de esgotar-se ao cumprir seu papel último: atingir toda uma verdade (im)possível acerca da vida.

## 12.9 O "Mundo de RNA".

Além das teorias já referidas sobre a origem da vida, a mais recente delas – que não nega, mas apenas complementa a perspectiva da evolução química – denomina-se “Mundo RNA”. Sendo assim, essa nova perspectiva da evolução molecular, além de ser uma extensão das proposições de Oparin e Haldane, tem como ponto de partida a molécula de RNA e se preocupa menos com os modos como a matéria orgânica teria se organizado, focalizando seu interesse em um segundo momento: aquele onde um ser – molecular – já organizado adquire funcionalidade. Nesse sentido, o “Mundo RNA” está muito mais próximo a uma perspectiva funcional, que remete à compreensão fisiológica do que meramente estrutural.

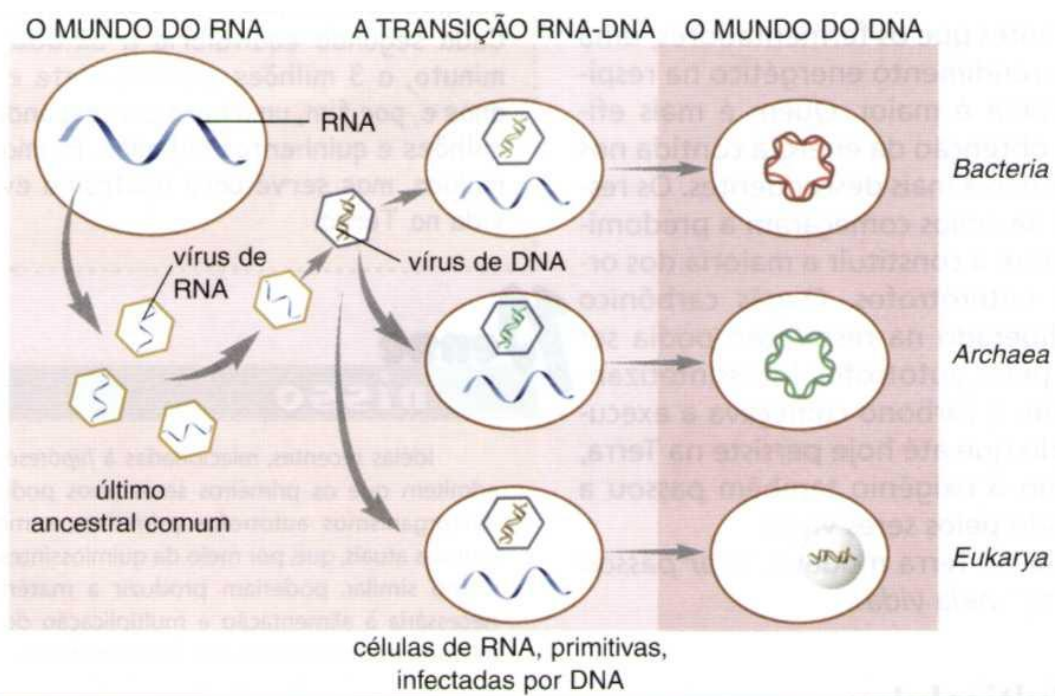
Os defensores da ideia do "mundo do RNA" acreditam que foi nessa etapa da história da vida que a seleção natural passou a atuar. Quando se multiplicavam, as moléculas de RNA podiam produzir versões ligeiramente diferentes umas das outras; algumas delas tinham maior capacidade de se perpetuar e de se reproduzir, transmitindo essas capacidades à descendência. Acredita-se que esse foi o primeiro passo em direção ao desenvolvimento de um "sistema genético", que pode ter surgido antes mesmo do aparecimento de sistemas isolados por membranas (AMABIS e MARTHO, 2006,p.15)

Embora seja uma espécie de reelaboração da evolução química, esse novo/outro olhar se resume à maneira sobre como essa primeira forma de vida organiza-se fisiologicamente e de que maneira exerce controle sobre essa funcionalidade. Aprimora a observação acerca da composição molecular dos seres e pela primeira vez na história das teorias sobre a origem da vida incorpora aspectos da genética, considerando os seres vivos como um sistema regido pelo RNA (ácido ribonucleico): um tipo de material genético de estrutura mais simples quando comparada à do DNA (ácido desoxirribonucleico). A matéria orgânica que integra e que ao mesmo tempo se submete a um controle também molecular. Uma primeira forma de vida – complexa – como um sistema genético que se autorregula no exercício de suas funções, um modo de existir peculiar cujos efeitos resultaram na interferência do meio e contribuíram para sua transformação, sua modificação.

Com isso, observa-se um conceito de vida para a ação (para “o agir”), não mais apenas em termos de estruturação, mas na perspectiva de sua funcionalidade/atividade, enquanto que a teoria de Oparin propiciou à ciência um

entendimento sobre a organização material das formas de vida. Com o “Mundo RNA” também se simplifica essa primeira organização proposta pela evolução molecular de um jeito em que se pode compreender melhor os vírus: micro-organismos cuja morfologia irregular – pelo fato de serem acelulares – chama a atenção dos cientistas. Os vírus como uma forma de vida irregular, tanto na forma quanto em atividade. Também dotados de material genético (DNA ou RNA), mas incapazes de sintetizar suas próprias proteínas. Um metabolismo que depende de outra forma de vida, uma célula hospedeira.

Com isso, a teoria do “mundo RNA” parece encerrar a discussão em torno dos vírus. O fato a que me refiro diz respeito à organização da estrutura viral ser diferenciada da organização celular, uma das premissas basilares, fundamentais – presença de células – que constam nos livros didáticos de Biologia para a definição entre vivos e não vivos.



**Figura 12 – Do mundo “RNA” ao mundo “DNA”. Como poderia ter sido a transição de um para outro, enquanto ácido nucleico que controla as atividades celulares (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.1014).**

Os vírus apresentam uma estrutura mais simplificada, em termos estruturais, frente às células e seus componentes celulares. Esses organismos microscópicos nada mais são do que envelopes ou cápsulas, envoltórios proteicos que encerram em si moléculas de ácidos nucleicos – DNA (adenovírus) ou RNA (retrovírus) -,

nunca ambos. Sendo assim, ao contrário da célula, apresentam envelopes membranosos, mas não a estrutura – mosaico fluido – da membrana plasmática, tampouco citoplasmáticas, pelo simples fato de não os possuírem. Além disso, seu tamanho é inferior em relação à média do tamanho das células. Reside nessa simplicidade estrutural a suspeita de que poderiam ter se organizado como as primeiras formas de vida e que, a partir deles, das possíveis associações entre esses organismos na Terra primitiva, possa ter se originado a primeira forma celular um tanto mais complexa e dotada de DNA pela possível junção entre dois RNA's.

De acordo com a hipótese do "mundo do RNA", tais organismos posteriormente teriam originado moléculas de proteína e de DNA, o qual, então, teria assumido as funções originalmente desempenhadas pelas moléculas de RNA (UZUNIAN e BIRNER, 2008, p.1014).

Aqui há uma questão interessante. Analisando a possibilidade de duplicação conduzida pela molécula de RNA – o ácido nucleico primordial – é possível suspeitar que a atividade dessas moléculas teria atuado como outros formando estruturas proteicas mais complexas e essenciais à estruturação da própria matéria. Além disso, essa organização em torno do RNA pode sugerir a origem dos vírus de RNA; reafirmando então a suspeita dos cientistas adeptos a essa teoria, nos deparamos com a possibilidade de que a partir de uma estrutura viral, como essa, mais simples, poderiam ter se organizado as primeiras células.

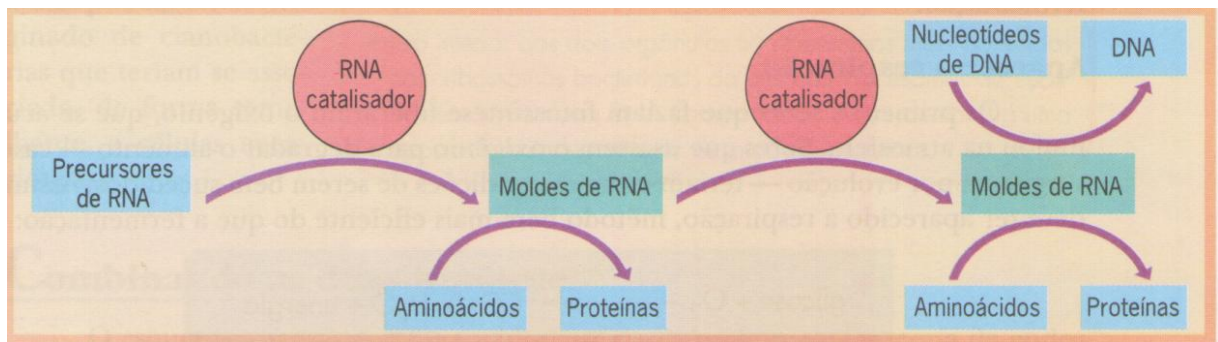
Embora a estrutura celular atual, tanto eucarionte quanto procarionte tenha como ácido nucleico principal a molécula de DNA, e não RNA, acredita-se que possa ter avido uma associação molecular entre dois sistemas genéticos originando assim o DNA, a partir de uma possível junção de duas moléculas de RNA. Essa primeira forma de vida – muito semelhante a um vírus de RNA - teria dado origem, então, ao vírus de DNA e posteriormente a outros domínios de seres vivos como *Bacteria*, *Archaea* e *Eukarya*.

Atualmente sabemos que o DNA é a molécula que abriga os genes e que estes, por sua vez, são os responsáveis pelo controle da informação genética dos seres vivos. O RNA é um derivado do DNA quando observamos a transcrição – parte inicial do processo de síntese proteica -, mas por apresentar-se estruturalmente mais simples acredita-se que sua formação teria ocorrido previamente à do DNA, sendo precursor deste. A discussão em torno do “mundo



RNA” seria de “como uma molécula de RNA poderia ter sido capaz de ativar o funcionamento de uma estrutura orgânica dando origem ao primeiro ser vivo?”. Como poderia ter conferido a esta estrutura material capacidade metabólica que a diferisse das demais?

Partindo do princípio que as reações metabólicas que possibilitam a ocorrência e a manutenção da vida necessitam de uma série de enzimas que permitem a sua ocorrência, os cientistas acreditam que essas primeiras moléculas de ácidos nucleicos teriam tido atividade enzimática. As ribozimas teriam sido essenciais para essa organização inicial da vida. O vivo que pela primeira vez apresenta um centro operacional, uma molécula com informações capazes de definir e controlar suas atividades, de autoduplicá-lo - e também capaz de autoduplicar-se - perpetuando essas informações em outras partes de matéria dotadas com as mesmas características.



**Figura 13 - Ribozimas, um RNA catalisador. Esquema do RNA catalisando reações de conversão de aminoácidos em proteínas (CÉSAR & SEZAR, XXXX, p.10).**

Linhares e Gewandsnajder (2007, p.551), por sua vez, ressaltam:

A duplicação do DNA e seu controle da síntese de proteínas são mecanismos muito complexos, que exigem a participação de grande número de enzimas. Por isso é pouco provável que os primeiros genes fossem feitos de DNA. Alguns cientistas acham mais provável que o primeiro gene fosse feito de RNA ou de alguma molécula semelhante e mais simples. Hoje sabemos que, além das proteínas, moléculas de RNA também podiam funcionar como enzimas (ribozimas). Embora hoje nenhum tipo de RNA consiga se replicar sem auxílio de enzimas, o químico americano David Bartel e seus colaboradores conseguiram produzir em laboratório um RNA capaz de catalisar a união de nucleotídeos e formar um trecho de outro RNA. Essa experiência não prova que algo semelhante tenha acontecido na origem da vida, mas incentiva pesquisas nesse sentido (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.551).

A perspectiva que se apresenta a partir da teoria “Mundo RNA” tem a ver não apenas com a estrutura propriamente dita da vida, mas de como essa estrutura funcional. O aspecto funcional se configura como importante porque o vivo é colocado em uma perspectiva de ação que o diferencia de outras formas manifestas de vida. A essência da vida cada vez mais parece ter de ser buscada no interior do vivo, nas reações que regem a vida.

Outra questão interessante é que nesse modo de se observar uma possível origem para a vida, se reforça aquilo que já na teoria de Oparin se começou a perceber. Os vivos, materialmente, apresentam uma organização comum, mas considerando o “Mundo RNA” agrega-se a essa percepção a questão da hereditariedade. O que teria sido capaz de perpetuar a vida, a matéria com certas características especiais, teria sido o próprio RNA – e posteriormente o DNA – cuja função, hoje bem explicitada tendo em vista seus respectivos papéis no mecanismo de síntese proteica. Aqui se observa o papel da herança na perpetuação dos modos de ação, de execução de funções inerentes aos vivos.

Aquilo que o “Mundo RNA” inaugura é exatamente de uma possibilidade de controle – genético/metabólico - da vida. Algo que consiga dirigir a própria vida, as formas de vida, e que estaria em um nível molecular atuando sobre a matéria viva sendo capaz de diferenciá-la da não viva. A atividade dos vivos é então regulada por fatores que emanam de uma organização material própria – no caso a molécula de RNA, ácido nucleico primordial – e em assim sendo o fenômeno da vida poderia ser em parte desvendado pelo conhecimento dessa organização material em termos não apenas de estruturação, mas de funcionamento. Cada vez mais- desde o criacionismo até a presente teoria - a busca pelo entendimento de como a vida poderia ter sido originada no planeta reside na própria vida. Seria preciso compreender tais mecanismos que regem a vida para delimitá-la – e assim o faz a humanidade, quanto mais se conhece dos vivos, mais se modificam as fronteiras entre a vida e a não-vida - mas ainda assim seria impossível defini-la.

### 12.10 A panspermia cósmica.

Seguindo a análise das teorias que buscam elucidar os meios sobre como a vida poderia ter sido originada no planeta, temos na panspermia cósmica a possibilidade de outro olhar sobre a organização da vida. Essa teoria está baseada em uma hipótese que leva em conta não uma origem da vida tendo a Terra como palco dos eventos de organização molecular como até aqui foi observado, mas com uma organização viva extraterrena que veio povoar o planeta. É como se a vida – formas de vida já organizadas – tivesse encontrado, também na Terra, o ambiente fértil para a sua proliferação e perpetuação.

O termo panspermia cósmica faz referência ao que teria sido uma imensa disseminação desses organismos vivos que seriam oriundos do cosmos e que teriam atingido a Terra por terem sido carregados materialmente inseridos, aderidos, na estrutura de cometas, meteoritos e meteoros que teriam atingido nosso planeta com certa frequência durante sua formação. Os adeptos dessa teoria acreditam que tanto formas de vida – principalmente sob a forma de esporos – quanto átomos e moléculas tenham sido trazidos do espaço. Nesse caso há possibilidade de que esses átomos teriam sido a matéria-prima essencial na organização das primeiras moléculas orgânicas que provavelmente constituíram a estrutura das primeiras formas de vida.

A panspermia considera que a vida na Terra se originou de seres vivos ou de substâncias precursoras de vida provenientes de outros locais do cosmo. Essa ideia voltou a ganhar força nos últimos anos com a descoberta de que o espaço interestelar não é um ambiente tão hostil à vida como se pensava anteriormente (AMABIS & MARTHO, 2006, p.12).

O fato é que os cientistas têm certeza que muitos destes átomos que atualmente compõem a organização da tabela periódica tendo sua propriedade descrita tanto quimicamente quanto fisicamente, foram realmente trazidos à Terra incrustados em corpos celestes que a atingiram em determinados momentos da gênese e constituição planetária. Tendo essa afirmação como base poder-se-ia considerar a possibilidade da panspermia cósmica não fosse o fato de que formas de vida provavelmente não resistiriam às diferenças de temperatura e pressão a que seriam submetidas durante a trajetória de um cometa, por exemplo, do espaço até a sua entrada na órbita terrestre.

Além disso, essas células – micro-organismos espaciais – ainda teriam que resistir à incidência da radiação ultravioleta. No caso de admitirmos que moléculas orgânicas, como uma proteína, por exemplo, fossem facilmente desnaturadas pela variação de temperatura – como realmente acontece- tais formas de vida (trazidas do espaço) não teriam condições de sobreviver tamanha é a variação desses fatores ambientais que poderiam interferir desestruturando qualquer organização molecular e/ou maquinaria enzimática desses seres.

É claro que ainda se pode admitir a hipótese de formas de vida encapsuladas, na forma de esporos de resistência. Tal forma é muito comum de ser observada em bactérias quando o ambiente não é propício à execução de suas atividades vitais. Ela continua viva, mas não é uma vida ativa e sim latente, esperando o momento certo de abandonar a forma de esporo e voltar às suas atividades. Mas, mesmo considerando a hipótese de uma esporulação, seria praticamente impossível que algum tipo de forma de vida conseguisse suportar tamanha variação ambiental – o que não excluiria a existência de formas de vida em outros planetas, mas dificultaria que essa vida se instalasse aqui apenas proliferando.

A teoria da panspermia cósmica foi idealizada na década de 1970 por Fred Hoyle e Chandra Wickramasinghe (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.1016). Ela faz algum sentido se considerarmos o importante papel de elementos químicos advindo do espaço na organização das formas de vida. Ela é interessante se considerarmos a possibilidade não da vida em si, mas de elementos essenciais à sua estruturação e manutenção oriundos do espaço terem importante papel em sua composição e funcionamento.

Na década de 1970, os astrónomos Fred Hoyle (recentemente falecido) e Chandra Wickramasinghe divulgaram uma controvertida teoria, denominada *de panspermia*, segundo a qual cometas que bombardeavam a Terra teriam trazido os vírus e as bactérias do espaço interestelar que semearam a Terra e deram a largada para a origem da vida no nosso planeta há 4 bilhões de anos. E, para eles, esse processo continua ocorrendo até os dias de hoje. Recentemente, essa teoria foi ressuscitada por astrónomos americanos que acreditam que meteoritos originados de outros sistemas solares carregam formas simples de vida. O problema representado pela radioatividade existente no espaço seria minimizado, segundo eles, pela espessa camada protetora componente das rochas que carregam microrganismos (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.1016).

Aceitar a hipótese da panspermia cósmica, em sua proposição literal, seria admitir que a vida não tivesse surgido na Terra, ou seja, seria de certa forma uma negação à evolução molecular proposta por Oparin, ao experimento comprobatório de Miller, à teoria do próprio Oparin e até mesmo ao “mundo RNA”. Não se trata aqui de considerá-la totalmente certa ou totalmente errada, mas sempre como uma possibilidade que quando colocada frente às outras apresentadas – com exceção do criacionismo e da abiogênese – perde sua força.

Como já foi mencionado, existe a possibilidade de elementos químicos – hoje essenciais à ocorrência da vida - terem sido trazidos ao planeta por corpos celestes, mas nunca se ouviu dizer que como resultado de uma análise microbiológica tenha sido constatada a presença de vida nessas estruturas.

É preciso observar o quão forte se constituem os elementos de uma teoria frente aos de outras. Quanto mais fortes estes se apresentam em termos factuais, mais aumenta a sua plausibilidade. Ainda questionando a panspermia, seria preciso considerar o quão difícil seria uma forma de vida que teria emigrado para a Terra suportar as pressões seletivas de um ambiente distinto. Não que fosse impossível, mas difícil de considerar a existência de um elevado grau de adaptação dessas formas de vida que serviram de início a toda organização da biodiversidade atual que podemos constatar na natureza.

Mas foi possível identificar nos livros didáticos uma controvérsia observada nos dois trechos a seguir.

A panspermia considera que a vida na Terra se originou de seres vivos ou de substâncias precursoras de vida provenientes de outros locais do cosmo. Essa ideia voltou a ganhar força nos últimos anos com a descoberta de que o espaço interestelar não é um ambiente tão hostil à vida como se pensava anteriormente (AMABIS & MARTHO, 2006, p.12).

Como era de esperar, recrudescer a antiga curiosidade: como teria surgido o primeiro ser vivo na superfície da Terra? Diversas outras hipóteses foram criadas. Chegou-se mesmo a propor que a vida tenha se instalado no nosso planeta a partir de microrganismos flutuantes no Cosmo - os cosmozoários-, que acidentalmente, em época remota, teriam caído sobre o solo da Terra. Mas isso a despeito de não ser verdadeiro, ainda não resolvia o problema, pois não explicava como teriam aparecido aqueles seres no espaço sideral. Apenas empurrava a dúvida para um outro plano mais distante da Terra. A teoria COSMOZÓICA não durou muito tempo (SOARES, 2004, p.273).

Enquanto Amabis e Martho, no excerto acima, afirmam que a teoria da panspermia cósmica ganha força, espaço, José Luís Soares é categórico e afirma que tal teoria não é verdadeira. Aqui nos deparamos com um elemento discordante no discurso dos autores. Cabe lembrar que muitas das teorias não são verdadeiras, embora sejam aceitas em um determinado momento da história da ciência, mas José Luís Soares faz uma afirmação sem mostrar que tipo de comprovação, experimento, foi realizado e que, de uma vez por todas, tenha descartado a panspermia cósmica do rol de teorias sobre a origem da vida.

Mas, de volta à discussão, a Terra primitiva, assim como os cientistas acreditam que tenham ocorrido suas variações ambientais, também seria um ambiente adverso à proliferação dessas formas de vida importadas de outros cantos do cosmos, o que reforça a possibilidade de que as primeiras organizações moleculares – e posteriormente celulares - tenham aqui se estruturado em um momento de maior estabilidade (ou estabilização) ambiental.

Muito mais complicada e dificultada seria a manutenção dessas formas de vida primordiais caso se admitisse a possibilidade de sua formação fora de nosso planeta. Em termos de viabilidade, a evolução química e o “mundo RNA” permanecem com os mais fortes argumentos de organização primordial da vida. Não se deve excluir totalmente a hipótese de uma contribuição cósmica na organização da vida, mas ainda não se conseguiu afirmar pela verificação de material espacial a presença de alguma forma de vida advinda do espaço.

A panspermia cósmica constitui-se como mais uma teoria que tenta explicar a origem da vida, mas é a única que descarta que tal organização possa ter ocorrido em nosso planeta. Ela confere à Terra um papel secundário, de mantenedora da vida, mas não atribui a ela a capacidade de geração dessa vida. Sendo assim, o planeta teria sido o lugar onde formas de vida adaptaram-se e puderam evoluir, mas não o lugar onde tais formas puderam se organizar de modo primordial.

### **13 As características dos seres vivos de acordo com os livros didáticos de Biologia: o conceito de vida pautado pelo entendimento do que é vivo.**

Como pudemos perceber até o momento, apenas pela observação da análise precedente acerca das teorias sobre a “origem da vida”, contidas nos livros didáticos, a Biologia busca a compreensão dos mecanismos fisiológico-estruturais que garantem a existência da vida, sua ocorrência. Ainda, soma-se a isso outro viés de observação sobre o qual essa ciência se debruça. Um âmbito, uma dimensão, que extrapola as questões metabólicas, bioquímicas, de entendimento de um funcionamento molecular de manutenção da matéria viva. O interesse dessa ciência não reside apenas nesses pormenores, mas também no desenrolar da vida em suas relações. Aqui me refiro a um patamar cuja perspectiva reinante é a ecológica.

É preciso considerar que identificar os traços da vida na matéria é relativamente fácil, sendo também assim - de igual maneira e como consequência disso – realizar a distinção entre o vivo e o não vivo. Tais tarefas se tornam simples em face da tentativa de conceituar a vida. Como fiz referência anterior a Ernst Mayr, aqui novamente sua observação é pertinente que, em outras palavras, nada mais significa do que afirmar que não se deve tentar conceituar a vida – tarefa árdua, difícil, talvez impossível -, mas descrever e compreender seus processos. Nesse sentido tanto o Biólogo, quanto o professor de Biologia, devem se valer de elementos que permitem o desenrolar desses processos: é preciso levar em consideração as características dos seres vivos.

É fato também que tais caracteres surgem como critérios de distinção e, portanto, utilizados na classificação dos seres, como elementos resultantes da observação de formas de vida a partir da pesquisa biológica, dos métodos, técnicas e procedimentos desenvolvidos pelas distintas Ciências Biológicas que resultaram em um conhecimento mais amplo e que se organizou em torno de uma vida “comum”, principalmente a partir do século XIX. Sendo essas características elencadas a partir do momento em que percebidas enquanto – de certa forma – lineares, ou regularmente em distintas formas de vida, assumiram um papel de qualificadoras dessa condição existencial “viva”.

Com isso se percebe, mais uma vez, ao longo desse trabalho, que o papel da Biologia enquanto ciência é bem amplo por tratar-se de uma área do conhecimento científico que objetiva desvendar as possibilidades da vida, e não conceituá-la.

Nesse sentido é preciso deslocar seu objeto da “vida” para o “estudo complexo dos mecanismos, elementos, fatores e relações que permitem a existência da vida, das formas de vida, da biodiversidade”. É isso que tomo como tese neste trabalho para reforçar a impossibilidade de um conceito para a vida.

Em assim sendo, também podemos afirmar que a complexidade é inerente ao conhecimento biológico que emana do cerne da Biologia onde as Ciências Biológicas produzem saberes sobre os vivos, como eles se constituem, se mantêm e se relacionam. Logo, quando nos deparamos com o corpo de conhecimento de tais ciências, toda a fragmentação que possa existir no estudo ou observação de cada uma delas em separado – sempre levando em consideração suas especificidades - quando combinadas e relacionadas às suas conclusões, inevitavelmente nos defrontamos com uma perspectiva complexa, sistêmica, que faz emergir qual deve ser a verdadeira Biologia.

Tudo isto porque a vida emana da complexidade, e surge como fenômeno de/em um grande encadeamento de condições que conseguem mantê-la e perpetuá-la. E assim, a vida para a Biologia, passa sim a ser observada e compreendida como um processo de associações complexas de fatores moleculares e ecológicos e que também tem a capacidade de transformação ambiental concomitante ao desenrolar de seu processo evolutivo. Há sempre uma via de mão dupla como se trata de observar a interferência da vida sobre o espaço geográfico e deste sobre a vida, mas é certo que essa modificação ambiental deveria ser, talvez, a primeira característica da vida a ser apontada, comum a todos os vivos, mas incrivelmente não aparece em nenhum dos livros didáticos analisados.

Com isso observa-se que a análise da vida pela Biologia, não se restringe essencialmente (materialmente) aos vivos, mas também se volta aos aspectos externos à vida, principalmente por se propor a descrever com a minúcia e o rigor de uma ciência os tipos de interação dessas formas de vida com o ambiente.

Ainda com relação às características, tidas como fatores que definem os vivos, temos naquelas que se apresentam de forma regular, uma importante função. Exatamente por serem comuns a diversas formas de vida acabam estabelecendo o limite da própria vida, tem serventia em um âmbito que é o da caracterização, que não pode ser confundido com outro, da conceituação, da vida. Sendo assim, parece ser possível apenas criar conceitos, desenvolver noções de vida, a partir dos



modelos vivos, das formas de vida. Além disso, quando a Biologia invade a sala de aula, agora como disciplina escolar, passa a sentir a necessidade de um ponto de partida. Não seria conveniente - nem atraente - para os estudantes e, tampouco, produtivo ao professor uma ênfase à discussão acerca da (im)possibilidade de conceituar a vida, até porque isso não é enfatizado pela própria organização curricular da matéria.

É preciso considerar que faz muito mais sentido a tentativa de elaboração de um conceito a partir da construção de possibilidades da vida, a partir do estudo da biodiversidade, onde cabe tanto a análise dos fatores gerais qualificadores do vivo, quanto de suas características singulares, específicas. Nesse sentido é preciso considerar a importância do estudo das diferentes formas de vida. São esses modelos vivos e/em seus distintos habitats que acabam por tornar o estudo da vida mais interessante sob a perspectiva da possibilidade de comparação entre seres, entre ambientes e, ainda, entre os seres e seus respectivos ambientes em uma dimensão ecológica e evolutiva.

Mas, ainda, é preciso discutir o que dizem os livros didáticos a respeito dessas características dos seres vivos. São essas publicações consensuais? Existe um maior, ou menor, peso, uma maior força de algum dos critérios sobre outros que definem a vida? Tais indagações causaram em mim uma forte inquietação por muito tempo. Ao trabalhar em diferentes escolas, com livros didáticos de diferentes autores, comecei a perceber que o recorte da vida não é sempre o mesmo. Ora, o que se esperaria do objeto de uma ciência? Que pelo menos, mesmo não conceituado, estivesse bem definido. E foi essa situação que me conduziu (também) à realização desse tipo de discussão presentes nesta tese.

Com relação a isso, era possível perceber que alguns livros apresentavam mais características do que outros, mas que todos consideravam aquelas apresentadas como essenciais. Ou seja, não há um discurso unívoco que consiga delimitar o básico da vida. Cada autor acaba por implementar de acordo com o que considera como essencial. A pergunta então, na verdade, seria: em quantos critérios, em quantas características, a vida se basta? Ainda: quais seriam essas características essenciais?

O último bloco de análise desta tese pretende discutir essas e outras questões, além da possibilidade de construção do conceito de vida nas aulas de

Biologia a partir da contribuição dos textos dos livros didáticos de Biologia que foram selecionados para a execução desse trabalho de pesquisa.

#### **14 As características dos seres vivos conforme apresentadas pelos livros didáticos de Biologia: considerações e ponderações necessárias.**

Como foi várias vezes observado ao longo deste trabalho, a ideia geral desta tese gira em torno de uma verificação sobre como os livros didáticos de Biologia utilizados no ensino médio vem apresentando, ou fazendo referência, ao conceito de vida. Cabe lembrar que o intuito é perceber como é feita essa abordagem no discurso dos textos que integram os livros didáticos de Biologia utilizados por alunos e professores no ensino médio das escolas da rede particular de Porto Alegre, RS. Mas, antes de fazer as considerações e ponderações necessárias sobre a análise dos textos dessas publicações didáticas, cabe observar – de antemão – quais são as características que nelas estão presentes.

Ainda aqui há uma questão interessante: é possível observar que muitas características que são utilizadas para definir a vida são colocadas por diferentes autores com a mesma referência, com o mesmo nome. Em compensação, muitas vezes, a mesma característica aparece referenciada de maneiras diferentes – como será observado mais adiante. O fato é que o que parece é não haver um consenso como passaremos a perceber a partir desse momento ao analisarmos os conteúdos referentes à caracterização do seres vivos livro por livro.

O livro de Amabis e Martho apresenta como características dos seres vivos os seguintes elementos: a) composição química da matéria viva; b) organização celular e metabolismo; c) reação e movimento; d) crescimento e reprodução; e) hereditariedade; f) variabilidade genética, mutação, seleção natural e adaptação (AMABIS & MARTHO, 2006, pp. 6-7).

Ao abordarem a composição química da matéria viva, Amabis e Martho fazem referência à composição orgânica de tal matéria. As moléculas orgânicas, por sua vez teriam se organizado formando estruturas unitárias e metabolicamente funcionais: as células. Com isso é possível perceber que a unidade da vida seria a célula, dotada de metabolismo, e que o ser vivo – ao ser composto de células – seria capaz de aumentar em número de células, ou seja, crescer e ainda reproduzir-se, perpetuando assim a espécie. Ainda, inerente à reprodução, temos como resultado a herança de características oriundas de gerações pregressas, dos ascendentes, o que configuraria a hereditariedade, uma perpetuação também do patrimônio genético. Ligada à possibilidade dos mecanismos de herança também estaria a

ocorrência da variabilidade genética, mutações e outros mecanismos – como o *crossing-over*<sup>50</sup> – atuando sobre o DNA, possibilitando o surgimento de seres geneticamente diferentes, elemento crucial à ocorrência da seleção natural, à capacidade adaptativa das espécies, que teria como resultado uma mudança no perfil das mesmas, culminando assim no desenrolar de um processo evolutivo. Para Amabis e Martho seriam essas as características necessárias e, talvez, suficientes, para caracterizar os vivos.

Em contrapartida, César e Sezar, são mais econômicos em sua abordagem das características dos seres vivos. Os autores condicionam a vida a partir de características como: a) presença de células; b) ocorrência de desenvolvimento; c) ocorrência de crescimento; d) ocorrência de metabolismo; e) ocorrência de reprodução; f) submissão a um processo evolutivo (CÉSAR e SEZAR 2003, pp. 8-11).

Assim como Amabis e Martho, o livro de César e Sezar também traz a “presença de células”, da organização da estrutura celular, como fator de caracterização da vida. Além disso, separa duas outras características: desenvolvimento de crescimento. Para os autores, embora as duas características se apresentem muito próximas uma da outra, o desenvolvimento diz respeito às diferentes etapas do ciclo de vida, enquanto o crescimento implica aumento do número de células.

Ainda em César e Sezar, a funcionalidade da estrutura viva também é ressaltada com a “ocorrência de metabolismo”. A atividade celular é inerente ao ser vivo, ocorrendo reações químicas, não apenas em um nível sistêmico, mas também dentro da própria célula. A reprodução também é referenciada pelos autores como meio de perpetuação da espécie e a submissão a um processo evolutivo figura como essencial à justificativa das mudanças que ocorrem nos seres ao longo de sua existência, tanto em um nível individual, quanto em outro que diz respeito à totalidade da espécie.

Já José Luís Soares fala em: a) composição química complexa; b) elevado grau de organização estrutural; c) consumo de energia com renovação contínua de matéria; d) realização de homeostase; e) execução de funções vitais; f) capacidade

---

<sup>50</sup>O *crossing-over* também é chamado de recombinação gênica ou ainda de permutação gênica. Ocorre durante o processo meiótico de formação de gametas (gametogênese) e consiste na troca de pedaços cromossômicos entre cromossomos homólogos (que formam pares).

de reprodução e hereditariedade; g) capacidade de adaptação ao meio e evolução; h) estreita relação com o ambiente; i) individualidade e variabilidade (SOARES, 2004, pp. 7-11).

O autor em questão aborda a composição orgânica da matéria viva e liga essa característica com a organização estrutural desses seres que, em um nível molecular, teria como primeira etapa de organização a estrutura celular. A célula que se organiza em tecidos, órgãos e sistemas que compõem a totalidade de um ser pluricelular – excetuando-se o fato de que este seja unicelular, pois aí apenas a célula já é suficiente.

Com relação ao metabolismo o autor cita o “consumo de energia com renovação contínua de matéria” a realização de homeostase e a execução de funções vitais. Aqui, se observa a necessidade de um consumo energético para a produção de trabalho, um trabalho inicialmente em nível celular, mas que se estende para a manutenção de um metabolismo sistêmico equilibrado quando cita, respectivamente, “execução de funções vitais” e “homeostase”. Nesse sentido percebe-se a necessidade da manutenção de uma funcionalidade equilibrada para que não se seja afetado, alterado, o funcionamento do ser.

A capacidade de reprodução está ligada às questões de hereditariedade, individualidade e variabilidade. Os eventos que ocorrem na reprodução – principalmente na sexuada – como mistura gênica no momento da fecundação e a ocorrência do já referido *crossing-over* na formação dos gametas, são as causas de variabilidade genética e do surgimento de seres geneticamente distintos uns dos outros. Genes esses que constituem um patrimônio genético herdável, conforme já fiz referência anteriormente à hereditariedade, uma das características dos seres vivos.

Ainda, a relação com o ambiente aparece aqui como fator essencial à ocorrência do processo evolutivo, pois é nessa relação que se observam pressões seletivas, estímulos do meio sobre a individualidade dos seres que conduz à seleção natural e resulta na evolução dos grupos de seres vivos. A adaptação está ligada à capacidade de resistência desses seres às distintas pressões seletivas o que depende, também entre outras coisas, de um patrimônio que lhe tenha permitido desenvolver estruturas que o capacitem a suportar tais pressões.

Linhares e Gewandsnajder apresentam como itens essenciais à caracterização da vida: a) composição química complexa; b) alto grau de organização; c) ocorrência de nutrição, crescimento e metabolismo; d) a irritabilidade; e) capacidade de reprodução e hereditariedade; f) capacidade de evolução (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, pp.10-16).

Linhares e Gewandsnajder seguem a mesma lógica dos autores discutidos até o momento, mas inserem algo diferente como característica dos seres vivos: a irritabilidade. A irritabilidade seria a resposta dos seres vivos aos estímulos ambientais aos quais são submetidos. Seria uma espécie de ação e reação. Os seres vivos são constantemente estimulados no meio em que vivem e a característica de resposta a esses estímulos seria a da irritabilidade. Um dos exemplos seria o crescimento dos vegetais em direção à luz ou, até mesmo, o ato-reflexo de um ser humano em face de um estímulo exterior qualquer.

Sídio Machado, por sua vez, fala em: a) unicidade química; b) complexidade e organização hierárquica; c) reprodução; d) nutrição e metabolismo; e) interação ambiental (MACHADO, 2009, pp. 19-22). Todas as características trazidas por Sídio Machado já foram abordadas de semelhante maneira pelos demais livros, mas quando fala em organização hierárquica percebe os níveis de organização tanto molecular quanto ecológico, ou seja, do átomo ao ser vivo e do ser vivo à biosfera, respectivamente.

Ao analisar o texto do autor, com relação à interação ambiental, compreendem-se aqui todos os fatores que levam à ocorrência de estímulos que agem sobre os seres vivos, conduzindo tanto a um processo evolutivo quanto aos estímulos que permitem a verificação da já citada irritabilidade, uma resposta momentânea e direta frente a um estímulo específico.

O livro de Sônia Lopes apresenta características como: a) presença de uma, ou mais, células; b) capacidade de reprodução; c) verificação de crescimento; d) ocorrência de metabolismo; e) resposta a estímulos do meio; f) ocorrência de modificações nas características ao longo do tempo (evolução); g) composição química com predominância dos átomos de C,H,O,N,P,S (LOPES, 2008, p.95).

Após analisar os demais livros, o de Sônia Lopes não traz novidades em relação a algum outro elemento que contribua para a definição da vida, da característica de vivo. A autora é um pouco mais específica com relação à

abordagem da composição da matéria orgânica dando mais ênfase aos átomos que a compõe e também com a organização da estrutura celular, ressaltando a possibilidade de uma organização da vida uni ou pluricelular. Reitera, ainda, a questão da irritabilidade abordada por Linhares e Gewandsnajder ao afirmar que os seres vivos respondem a estímulos do meio.

Uzunian e Birner seguem pelo mesmo caminho dos demais autores. Seu livro apresenta como fatores determinantes da vida características como: a) composição química; b) presença de célula(s); c) ocorrência de metabolismo; d) ocorrência de reprodução; e) capacidade de mutação; f) capacidade de adaptação (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7). O que chama a atenção é que embora seja um dos livros com maior quantidade de informações em termos de especificidade, tais características são apresentadas na forma de uma tabela bem resumida, sem maiores explicações ou especificações.

É possível perceber um panorama geral das características colocadas pelos autores em cada um dos livros didáticos quando as organizamos sob a forma de tabela (p.133).

A partir dessa tabela é possível perceber diferenças (pelo excesso ou pela falta de elementos) na caracterização dos seres vivos. Cabe lembrar que a intenção é observar como o conceito de vida é abordado pelos livros didáticos de Biologia, mas, além disso, também é verificar o que há de comum entre as definições no sentido de perceber o que é fator indissociável da condição de vivo, que caracteriza a vida e em quais perspectivas se pode observar a vida no sentido da construção de uma noção de vivo, não por definição conceitual, mas pela definição dos limites de atuação da própria vida a partir dos elementos que são essenciais a ela.

Nesse sentido, o que passo a apresentar a partir deste momento é uma análise mais técnica e, portanto, mais detalhada sobre a temática das características dos seres vivos nos livros didáticos selecionados para a análise deste trabalho.

Com relação às características dos seres vivos, o livro de Amabis e Martho esboça, dentre os demais livros didáticos analisados, talvez uma das compilações mais completas destas, que muito auxilia na construção de um conceito biológico para vida. Com relação a tais características, observa-se que os autores em questão as apresentam sempre seguidas de observações. Pode-se dizer que cada uma

delas – no texto individual que as diferencia – se encontram não apenas explicadas, mas sempre referenciadas de um modo exemplificativo.

**Tabela 5 – características dos seres vivos apresentadas nos livros didáticos (FONTE: O AUTOR).**

REFERÊNCIA	CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS
<b>Amabis e Martho</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MATÉRIA VIVA</li> <li>b) ORGANIZAÇÃO CELULAR E METABOLISMO</li> <li>c) REAÇÃO E MOVIMENTO</li> <li>d) CRESCIMENTO E REPRODUÇÃO</li> <li>e) HEREDITARIEDADE</li> <li>f) VARIABILIDADE GENÉTICA, MUTAÇÃO, SELEÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO</li> </ul>
<b>César e Sezar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) CÉLULAS</li> <li>b) DESENVOLVIMENTO</li> <li>c) CRESCIMENTO</li> <li>d) OS SERES VIVOS TÊM METABOLISMO</li> <li>e) OS SERES VIVOS SE REPRODUZEM</li> <li>f) OS SERES VIVOS EVOLUEM</li> </ul>
<b>José Luís Soares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) COMPOSIÇÃO QUÍMICA COMPLEXA</li> <li>b) ELEVADO GRAU DE ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL</li> <li>c) CONSUMO DE ENERGIA COM RENOVAÇÃO CONTÍNUA DE MATÉRIA</li> <li>d) REALIZAÇÃO DA HOMEOSTASE</li> <li>e) EXECUÇÃO DAS FUNÇÕES VITAIS</li> <li>f) CAPACIDADE DE REPRODUÇÃO E HEREDITARIEDADE</li> <li>g) ADAPTAÇÃO AO MEIO E EVOLUÇÃO</li> <li>h) RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE</li> <li>i) INDIVIDUALIDADE E VARIABILIDADE</li> </ul>
<b>Linhares e Gewandsznajder</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) COMPOSIÇÃO QUÍMICA COMPLEXA</li> <li>b) ALTO GRAU DE ORGANIZAÇÃO</li> <li>c) NUTRIÇÃO, CRESCIMENTO E METABOLISMO</li> <li>d) IRRITABILIDADE</li> <li>e) REPRODUÇÃO E HEREDITARIEDADE</li> <li>f) EVOLUÇÃO</li> </ul>
<b>Sídio Machado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) UNICIDADE QUÍMICA</li> <li>b) COMPLEXIDADE E ORGANIZAÇÃO HIERÁRQUICA</li> <li>c) REPRODUÇÃO</li> <li>d) NUTRIÇÃO E METABOLISMO</li> <li>e) INTERAÇÃO AMBIENTAL</li> </ul>
<b>Sônia Lopes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) SÃO FORMADOS POR UMA OU MAIS CÉLULAS</li> <li>b) PODEM SE REPRODUZIR</li> <li>c) PODEM APRESENTAR CRESCIMENTO</li> <li>d) APRESENTAM METABOLISMO</li> <li>e) RESPONDEM A ESTÍMULOS DO MEIO</li> <li>f) SOFREM MODIFICAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS AO LONGO DO TEMPO (EVOLUÇÃO)</li> <li>g) TEM COMPOSIÇÃO QUÍMICA COM PREDOMINÂNCIA DE C,H,O,N,P,S</li> </ul>
<b>Uzunian e Birner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) COMPOSIÇÃO QUÍMICA</li> <li>b) CÉLULA</li> <li>c) METABOLISMO</li> <li>d) REPRODUÇÃO</li> <li>e) MUTAÇÃO</li> <li>f) ADAPTAÇÃO</li> </ul>



A composição química dos seres vivos, característica muito presente na definição dos limites entre o vivo e o não vivo nos livros didáticos, não é apenas colocada, a partir do conjunto de átomos C,H,O,N,P,S (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, respectivamente), mas aquilo que sua combinação pode resultar em termos moleculares. Mesmo, ainda, sem muitos subsídios, o aluno começa a compreender – antes de qualquer coisa - o conceito de molécula, mesmo sem ter estudado os níveis de organização moleculares dos seres vivos. Além disso, começa a construir também a noção da diferença que reside entre o *orgânico* e *inorgânico* em termos substanciais, de composição da matéria: inclusive com exemplos.

Dezenas, centenas e até milhões de átomos desses elementos unem-se por meio de ligações químicas formando as moléculas constituintes dos seres vivos, genericamente chamadas de substâncias orgânicas. Entre essas substâncias destacam-se as proteínas, os glicídios, os lipídios e os ácidos nucleicos (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

Com relação à organização celular e ao metabolismo, os autores evidenciam a diferença entre os aspectos da organização da matéria viva e não viva. A complexidade acaba por aparecer fortemente colocada como característica inerente aos vivos.

Todo ser vivo apresenta alto grau de organização, não encontrada em seres não-vivos. Nos seres vivos, as moléculas das substâncias orgânicas organizam-se em estruturas complexas — as células —, consideradas as unidades da vida (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

Em seguida os autores introduzem uma noção do que vem a ser o conceito de célula para apresentar a temática do metabolismo, também como característica dos seres vivos, e explicam, inclusive, o significado do termo.

Uma célula é um compartimento membranoso microscópico, no interior do qual ocorrem os processos químicos fundamentais à vida; em conjunto, eles constituem o metabolismo, palavra de origem grega (*metabole*) que significa mudança ou transformação (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

Aqui, cabe uma importante observação. Ao tratarem da temática do metabolismo, é feita uma abordagem ao caso dos vírus. Ainda nesse momento, Amabis e Martho não emitem nenhum tipo de posicionamento no que diz respeito à

opinião controversa de alguns biólogos se se configurariam ou não como formas de vida, figurando assim entre os seres vivos.

Muitos biólogos não incluem os vírus entre os seres vivos pelo fato de eles não apresentarem organização celular e serem, portanto, destituídos de metabolismo próprio (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

Ainda com relação ao metabolismo, os autores dão subsídios para a compreensão do processo metabólico como atividade de contínua produção (*síntese*) quebra e reconstrução de moléculas a partir da matéria-prima: os nutrientes. Os nutrientes, no texto, são considerados como a fonte da origem da energia que mantém a estrutura viva. Mesmo, ainda, sem adentrar com maiores especificidades no assunto já anunciam a existência tanto de processos anabólicos, quanto catabólicos nas células. Tais processos seriam conduzidos a partir da energia fornecida, utilizada para “manutenção” e “reconstrução” da estrutura celular.

A (capacidade de) *reação*, tratada por outros autores como sendo uma resposta a estímulos, e o *movimento*, também são inseridos no conjunto das características dos seres vivos. Os autores creditam ao movimento a qualidade de ato, tanto resultante de um ato voluntário, quanto involuntário. São estímulos das mais diversas naturezas que fazem acontecer essa relação entre reação e movimento.

Há formas de vida, porém, que não reagem a estímulos nem são capazes de se movimentar ativamente. É o caso de certos tipos de bactéria, que só se deslocam quando são transportados passivamente pela água, pelo ar ou por outros seres vivos (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

Aqui há um questionamento interessante a ser feito antes. Em primeiro lugar, se trata de características gerais dos seres vivos, amplas, o que tornam o conceito de vida para a Biologia, abstrato, ideal. O fato é que se a ausência de estrutura celular (consequentemente da maquinaria responsável pela síntese proteica, e, portanto, também de um metabolismo próprio), é suficiente para que sejam pelo menos questionados os vírus como forma de vida, por que tais bactérias que como os autores afirmam “só se deslocam quando são transportadas”, também não tem sua condição de “vivas” questionadas?

É claro que há uma diferença entre ambas as condições, entre a presença de metabolismo próprio e a não resposta a estímulos, o que demonstra uma hierarquia

entre as características que limitam as fronteiras do vivo, mas se deveriam ser condições gerais, abstratas, como já fiz referência, teoricamente não deveria haver nenhum tipo de “força maior” ou resistência de uma em relação à outra. Pela primeira vez percebe-se aqui um confronto entre elementos da relação discursiva da Biologia enquanto ciência. Cabe lembrar que frente a essa observação dos autores, os mesmos desconsideram o movimento citoplasmático da unidade celular, o que faz com que sua observação não possa ser tornada como pertinente e, tampouco, sob minha ótica, como correta.

Em seguida, Amabis e Martho voltam a questionar os vírus enquanto formas de vida quando abordam outros dois elementos que apresentam como características dos seres vivos. São eles: crescimento e reprodução.

Com exceção dos vírus, todo ser vivo cresce. Alguns minerais também aumentam de tamanho, mas por processos completamente diferentes dos que se verificam nos seres vivos. Certos cristais, por exemplo, podem crescer pela simples agregação de matéria inorgânica capturada do meio. O crescimento de um ser vivo, entretanto, ocorre sempre pela produção de novas substâncias orgânicas produzidas pelo metabolismo celular (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

Em primeiro lugar, cabe observar que se o conceito está representado como sendo “*a produção de novas substâncias orgânicas produzidas pelo metabolismo celular*” (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6), o processo de retranscrição ou transcrição reversa (síntese de moléculas de DNA a partir de um molde de RNA) realizado pelo retrovírus no momento em que precede a infecção viral, é a prova de que também os vírus sintetizam substâncias orgânicas. Logo, sob esse aspecto, também cresceriam.

Ainda, há que se considerar outro aspecto. Em seu texto, Amabis e Martho abordam o crescimento de cristais (minerais) por assimilação, “agregação” de matéria orgânica. Aqui existe uma curiosidade. Em livros mais antigos, os seres vivos eram classificados pela História Natural em três reinos: Animal, Vegetal e Mineral. Se por um lado, seria considerada temerária apenas a ausência de uma característica (como no caso da estrutura acelular viral) como suficiente para questionar a “vida” de um ser, por outro também – e de igual forma – seria perigoso atribuir a apenas uma delas (o fato do crescimento por deposição de matéria

orgânica) ser o que chancela qualitativamente a “vida” de outros seres. É claro que no caso dos minerais, temos a ausência de outras, como a própria estrutura celular, ausência de composição orgânica, ausência de metabolismo, etc. Mas, a partir disso, é interessante que se (re)pense no discurso da Biologia de onde emana o jogo das forças entre as premissas que têm por função determinar a vida definindo seus limites. Em outras palavras: que tipo de relação de poder se estabelece no discurso biológico, com relação às características dos seres vivos?

O fato é que deveria haver um equilíbrio sensato, um respeito às formas de vida de uma maneira geral. Respeitar as características individuais, singulares, das formas de vida identificando-as pelas diferenças, mas caracterizando-as a partir dos traços comuns. A saída é sempre a do cuidado com afirmações categóricas sobre o que seria “ser vivo” percebendo a biodiversidade do modo como está posta, incluindo suas irregularidades.

Os autores também se referem ao crescimento sob outro aspecto. Caracterizam-no como sendo o “*aumento em número de células*” no caso dos pluricelulares, ou apenas o “*aumento da célula*”, do volume celular quando se trata de seres unicelulares (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6). Neste ponto acabam por dar subsídios à compreensão do crescimento como forma de reprodução, quando se trata do aumento em número das células. Com isso, mesmo antes de ser tratada a matéria da divisão celular, o aluno já desenvolve uma noção de crescimento atrelada a esse processo, principalmente o mitótico<sup>51</sup>.

Nos organismos multicelulares, a vida de um novo ser começa a partir de uma única célula que se multiplica, ou a partir de um grupo de células que se desprende do corpo de um indivíduo preexistente (AMABIS & MARTHO, 2006, p.6).

O processo reprodutivo é o mote necessário para que Amabis e Martho possam adentrar à questão da hereditariedade como característica dos vivos. O texto dos autores a definem como:

[...] outra característica essencial à vida, intimamente ligada à reprodução. Um ser vivo, ao se reproduzir, transmite a seus

---

<sup>51</sup> Mitose é um tipo de divisão celular basicamente utilizada pelos seres vivos com o intuito de crescimento ou regeneração tecidual. Consiste em uma divisão equacional e, portanto, não se verifica redução no número de cromossomos das células-filhas (recém-formadas) em relação à célula-mãe (célula que entra em divisão mitótica). Nos procariotos é utilizada como forma de reprodução assexuada.

descendentes uma estrutura celular básica, a partir da qual o novo ser desenvolverá sua organização típica, e um conjunto de instruções em código, inscritas no *material genético*, que lhe permitirá expressar todas as características típicas da espécie (AMABIS & MARTHO, 2006, p.7).

Aqui é possível identificar a justificativa de que a organização estrutural de um ser vivo, assim como seu funcionamento, acabam – em parte – por depender de instruções que comandam a célula e que estariam contidas no material genético. Cabe lembrar que os vírus também possuem material genético (DNA – adenovírus - ou RNA – retrovírus -, nunca ambos), logo também é possível que tais instruções sejam identificadas. Nesse momento, Amabis e Martho novamente inserem a discussão em torno da estrutura viral, mas sob outra perspectiva, algo que eles têm em comum com outros seres vivos: a possibilidade de, assim como as células, resguardar moléculas de ácidos nucleicos. Tal referência se torna importante para que se possa perceber o quão complexa se constitui uma discussão da necessidade da delimitação de um objeto como a vida pela Biologia.

Com relação às capacidades de variabilidade genética, mutação, seleção natural e adaptação – características sobre as quais os vírus também respondem -, os autores fazem referência à teoria da Evolução de Darwin-Wallace<sup>52</sup>. As mutações são colocadas de maneira muito evidenciada como causa da variabilidade genética e esta, por sua vez, como o substrato necessário à seleção natural. Afirmam os autores:

Para Darwin e Wallace, a seleção natural é o processo pelo qual as espécies de seres vivos ajustam-se ao ambiente, fenômeno denominado adaptação. *Adaptação* é a capacidade de determinada espécie desenvolver, ao longo das gerações, características - que permitem melhor ajustamento ao ambiente (AMABIS & MARTHO, 2006, p.7).

Aqui, novamente, acredito que não tenha sido uma afirmação que possa ser considerada condizente com a seleção natural, pois ao construírem um texto que fala em “ajustamento da espécie ao ambiente” (AMABIS & MARTHO, 2006, p.7), podem levar o estudante a confundir a essência do processo seletivo que é imposto pela natureza com premissas da teoria lamarckista, pois um “ajustamento da espécie” poderia ser compreendido como a capacidade de ajustamentos individuais,

---

<sup>52</sup> Alfred Russel Wallace (1823-1913).

possibilidade de confusão de tal afirmação com o texto da “*lei dos caracteres adquiridos*” proposta por Jean-Baptiste Lamarck. Acredito que a construção desse fragmento do texto pelos autores não se dá de maneira correta, pois pelo modo com que está redigido, retira do acontecimento o “*viés seletivo*” imposto pelo ambiente e fator de seleção de indivíduos mais aptos, adaptados.

\*

O livro de Sônia Lopes, por sua vez, apresenta as características dos seres vivos não sob a forma de texto, mas sob a forma de uma estrutura em tópicos. Para cada uma delas, ao contrário de como foi observado em Amabis e Martho, não se encontram observações específicas sobre cada uma delas. As características apresentadas pela autora são as seguintes: a) “*são formados por células*”; b) “*podem se reproduzir*”; c) “*podem apresentar crescimento*”; d) “*apresentam metabolismo*”; e) “*respondem a estímulos do meio*”; f) “*sofrem modificações nas características ao longo do tempo em um processo chamado evolução*”; g) “*têm composição química com predominância dos elementos químicos hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio*”<sup>53</sup>. (LOPES, 2008, p.95).

Como se pode perceber, não há nenhum tipo de explicação mais elaborada para que o aluno – principalmente no exercício de uma leitura solitária – consiga se situar. Verificam-se apenas algumas informações pontuais, mas sempre superficiais, resumidas, de uma ou de outra que a autora parece considerar mais importante. Sônia Lopes parece ter mais cuidado com o texto dessas características que se refere à composição química tanto da matéria viva, quanto da matéria não viva afirma que estas:

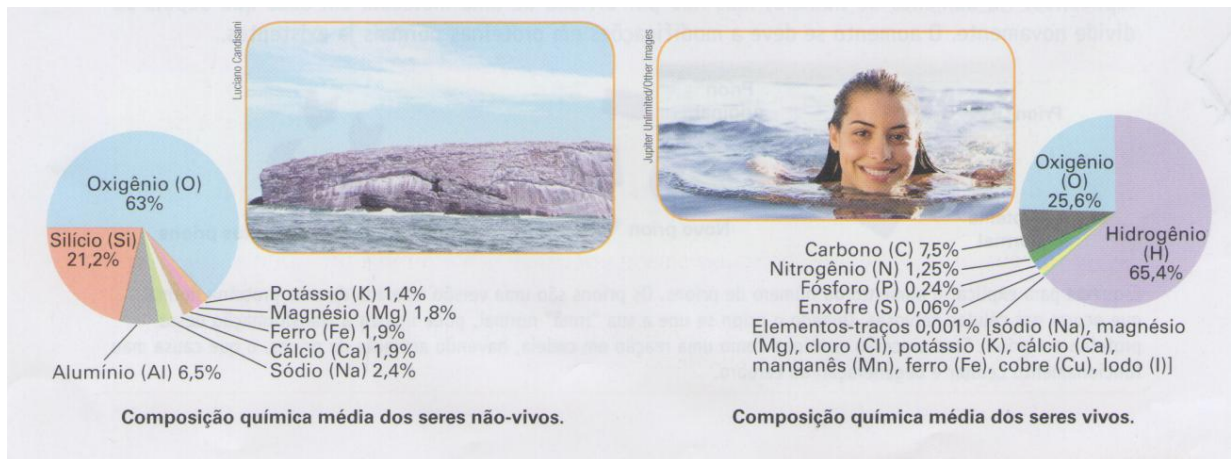
[...] têm composição química do corpo com predominância dos elementos químicos hidrogênio (H), oxigênio (O), carbono (C) e nitrogênio (N). Esses elementos formam moléculas complexas chamadas moléculas orgânicas. A associação entre o hidrogênio, o oxigênio e o carbono forma os carboidratos (como a glicose e o amido) e os lipídios (como as gorduras); a associação entre o hidrogênio, o oxigênio, o carbono, o nitrogênio e outros elementos químicos origina as proteínas e os ácidos nucleicos. Existem dois tipos de ácido nucleico: o DNA (ácido desoxirribonucleico) e o RNA (ácido ribonucleico). Os ácidos nucleicos contêm as informações

---

<sup>53</sup> **Nota do autor.** Diferentemente de outros autores, no texto Sônia Lopes não cita átomos de fósforo (P) e enxofre (S) na composição dos seres vivos. O fósforo, na composição do grupo fosfato está presente na molécula de DNA, da molécula de ATP (trifosfato de adenosina) – moeda energética celular, além de participar do processo de ativação e inativação de inúmeras enzimas.

genéticas responsáveis pelas características dos seres vivos, desde os estruturalmente mais simples até os mais complexos. Na matéria não-viva, os elementos químicos mais abundantes estão representados pelo oxigênio (O), pelo silício (Si) e pelo alumínio (Al) (LOPES, 2008, p.95).

E também apresenta, de maneira ilustrada, sob a forma de gráfico:



**Figura 14 – Gráficos comparativos entre a composição química média de seres vivos e não-vivos (LOPES, 2008, p.95).**

O que se sobressai na leitura do texto de Sônia Lopes é uma grande observação, na forma de leitura complementar, que acompanha o capítulo inerente às características dos seres vivos que aborda a questão dos vírus e também dos príons. O livro da autora foge à regra. Geralmente essa temática de uma possível “exceção” da regularidade da vida traz apenas os vírus para a discussão, mas dentre os livros analisados, o da autora em questão é o único que apresenta também uma discussão em torno dos príons.

Nesse momento, a autora se posiciona:

A questão dos vírus ainda é polêmica nos meios científicos. Alguns cientistas consideram os vírus partículas com capacidade de infectar um ser vivo. Outros os consideram formas particulares de vida, que só adquirem manifestações vitais dentro de uma célula hospedeira. Os vírus não são formados por células e conseguem se reproduzir apenas no interior de uma célula. Como regra geral, prejudicam o funcionamento celular e por isso são considerados parasitas intracelulares. Neste livro vamos considerar os vírus formas particulares de vida, pois apresentam ácidos nucleicos e são capazes de se multiplicar, sofrer mudanças em seu material genético ao longo do tempo e evoluir (LOPES, 2008, p.96).

E com relação aos príons, coloca:

Os príons causam doenças neurodegenerativas em animais, caso da "doença da vaca louca" ou encefalopatia espongiforme bovina (BSE), e em humanos, caso do Kuru e da doença de Creutzfeldt-Jacob humana (CJD) A palavra prion refere-se a "partículas infectantes proteináceas" e seu uso na literatura é muito variável. Muitos adotam as expressões prion normal para a proteína que não causa a doença e prion aberrante para a que causa. Outros preferem restringir o termo prion só para a proteína que causa a doença, respeitando a origem e o significado da própria palavra. Adotaremos essa última concepção. Quando os príons foram descobertos, chegou-se a pensar que eles seriam seres vivos muito especiais, pois achava-se na época que eram proteínas com capacidade de replicação. Hoje já se sabe que isso não acontece. Os príons não se replicam e não são seres vivos. Há nas membranas celulares, especialmente das células nervosas, proteínas normais cuja função ainda não está bem esclarecida. Essas proteínas, no entanto, são passíveis de sofrer uma alteração na estrutura tridimensional da molécula, transformando-se em príons. A principal característica dos príons é que eles interagem com as moléculas normais, transformando-as em aberrantes - e o ciclo se repete em uma espécie de reação em cadeia, dando a falsa impressão de que os príons estão se replicando. Há aumento de número, mas não por divisão de uma molécula em duas que depois se divide novamente. O aumento se deve a modificações em proteínas normais já existentes (LOPES, 2008, p.96).

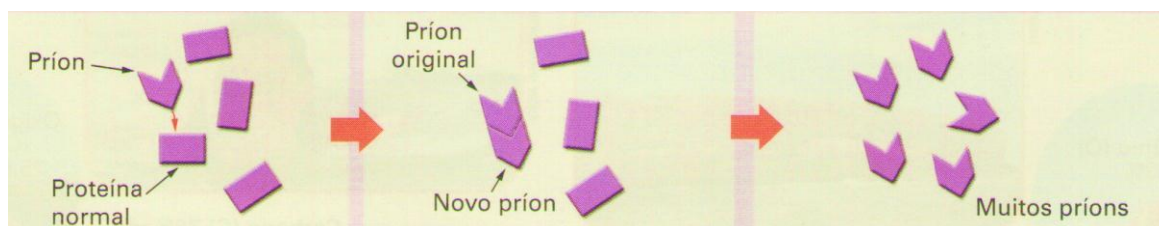
Mas também afirma: "os príons não se replicam e não são seres vivos" (LOPES, 2008, p.96). Mais uma vez, nos deparamos com uma característica única – o fato de não se replicarem – como determinante para o fato de um "ser" poder ser considerado vivo. Novamente, a justificativa que os retira dos limites da vida nos textos dos livros didáticos é uma característica sempre única, singular.

Acredito que na situação exposta acima, o caso mais razoável seria uma justificativa que somada a essa, fortalecesse tal conclusão. Seguindo a lógica da autora é possível ponderar. Imaginemos se os príons conseguissem se replicar. Nesse caso, seriam formas de vida? Mesmo sem estrutura celular, metabolismo próprio, material genético, capacidade de crescimento, de variabilidade genética, de mutação, seleção, evolução e adaptação? Se a resposta a essa pergunta for sinalizada como positiva, deveríamos repensar a questão dos coacervados, que passariam também a ser considerados seres vivos. Coacervados conseguem se replicar, por fragmentação das microesferas, estruturas proteicas, mas a incapacidade de replicação que serviu para retirar os príons dos limites da vida não



foi suficiente para incluir dentro desses limites os coacervados e aceitá-los como primeiras formas de vida. Essa é apenas uma questão que deve ser (re)pensada.

Outra questão interessante, ainda com relação aos príons e à afirmação de sua incapacidade de replicação, é a ilustração apresentada mais adiante, no mesmo texto.



**Figura 15 – Representação de como os príons modificam proteínas “sadias” (LOPES, 2008, p.96).**

De acordo com a figura, é possível observar esquematicamente, moléculas de príons aumentando em número, portanto – de certa forma – replicando-se não por um processo de divisão da molécula proteica, mas pela associação a outra proteína, alterando sua estrutura e originando novos príons: o que não deixa de ser uma forma de replicação não convencional, como o fazem os seres celulares, mas por catálise.

\*

José Luís Soares apresenta em seu livro características dos seres vivos de forma mais detalhada. Assim como Amabis e Martho, o autor tece considerações sobre cada uma delas no sentido de discuti-las e não apenas exemplificá-las. A primeira delas, sobre a qual faz referência, é a “*composição química*” (SOARES, 2004, p.7) dos seres vivos. De pronto afirma:

Ao contrário da matéria bruta, que possui uma composição química simples, os seres vivos, desde as bactérias ao próprio homem, revelam uma composição química extraordinariamente complexa (SOARES, 2004, p.7).

Aqui, volta a aparecer a questão da complexidade relacionada à presença de moléculas estruturalmente mais complexas: as orgânicas. Com relação tanto às referidas moléculas orgânicas e também às inorgânicas, o autor faz a seguinte distinção:

Na estrutura de um mineral (uma rocha, um pedaço de carvão, um cristal), encontramos uma, duas ou três substâncias apenas. E, ainda

assim, elas são substâncias simples, pertencentes ao grupo da Química Inorgânica, cujas moléculas têm pequeno número de átomos e são destituídas de complexidade. Na natureza dos seres vivos, podemos encontrar uma infinidade de substâncias diferentes (num mesmo organismo!), com um predomínio qualitativo de compostos da Química Orgânica, cujas moléculas exibem vastas cadeias de carbono e quase sempre possuem elevado peso molecular (SOARES, 2004, p.7).

O livro de José Luís Soares é o único a apresentar a noção de complexidade associada ao número de átomos e ao peso molecular. Também é o único a citar explicitamente a Bioquímica como ramo da Biologia, ciência biológica, a preencher o espaço de conhecimento no limite entre a Biologia e a Química. Ao abordar aspectos bioquímicos do ser vivo, o autor não faz referência apenas às moléculas orgânicas, mas também às inorgânicas, como água, sais, íons - que derivam de sua dissociação - e vitaminas. Assim possibilita a exploração não apenas do conceito, mas da função biológica dessas moléculas, apenas anunciando-as.

Como segunda característica apresentada pelo texto de José Luís Soares, temos o que ele se refere como sendo um “*elevado grau de organização estrutural*” (SOARES, 2004, p.8). Nesse momento do texto observa-se uma comparação entre o que chama de “estrutura simples” da matéria inorgânica, resultante de uma “*aglutinação de átomos*” (SOARES, 2004, p.8) e da matéria orgânica onde trata os seres que possuem esta, em sua organização, como sendo “*mais evoluídos*”<sup>54</sup> nas palavras do próprio autor no mesmo trecho do texto e antecipando uma referência aos *níveis de organização dos seres vivos*.

Nos seres mais evoluídos, ocorrem órgãos, que são formados pela reunião de tecidos, e estes, pelo agrupamento de células. A própria célula em si já mostra uma complicada organização estrutural (SOARES, 2004, p.8).

A “*atividade biológica*” é também, segundo José Luís Soares, característica dos seres vivos a ser tratada. O autor faz uma referência ao “consumo de energia com renovação contínua de matéria” (SOARES, 2004, p.9). A noção de metabolismo é aqui bem desenvolvida por ele e a demanda energética necessária às reações

---

<sup>54</sup> Essa referência - “mais evoluídos” - gera um grande erro conceitual, tendo em vista que não se pode afirmar qual espécie é mais evoluída que outra sem que se estabeleçam alguns parâmetros que levem em conta necessariamente o tipo de ambiente em que vive associado ao tipo de função que desempenha na natureza: seu nicho ecológico. Diz-se que algumas espécies são mais derivadas que outras quando analisadas estruturalmente em sua complexidade.

metabólicas é anunciada na sequência do texto como sendo uma “*queima química*” da própria matéria demonstrando, assim, a importância da nutrição para os seres vivos.

O alimento é uma espécie de "combustível" com que os sistemas vivos se reabastecem, acumulando novas reservas de energia para prosseguirem nas atividades que lhes permitem a continuidade da vida. Essa obtenção e queima da matéria pelos organismos constitui o fenómeno chamado METABOLISMO (SOARES, 2004, p.9).

Mas, é importante ressaltar que, dentre os livros analisados o metabolismo aparece fortemente associado à complexidade estrutural dos seres vivos, à estrutura celular.

A matéria bruta não realiza qualquer trabalho orientado para um objetivo definido. Por isso, ela não consome energia e, pela mesma razão, dispensa a nutrição. Nem efetua o metabolismo. A renovação contínua da matéria é, portanto, uma outra particularidade dos sistemas vivos, como forma de reabastecimento dos organismos para o consumo energético, que os caracteriza (SOARES, 2004, p.9).

Na esteira da discussão em torno do metabolismo, o autor ainda apresenta a “*homeostase*” (SOARES, 2004, p.9) como condição necessária à vida. Segundo José Luís Soares:

A condição fundamental para que uma célula se mantenha viva é que sua composição química e o estado físico da sua matéria permaneçam sempre constantes, não se alterando mesmo que as condições externas a ela se modifiquem (SOARES, 2004, p.9).<sup>55</sup>

O autor indica que a composição química celular pode variar mediante a formação de produtos oriundos das reações químicas metabólicas (SOARES, 2004, p.9). Ainda segundo ele, a capacidade de excreção de muitos desses produtos seria essencial à homeostasia celular (SOARES, 2004, p.9). Nesse momento, José Luís Soares, indica a importância da excreção a ainda o papel da membrana plasmática, tendo como característica a “*permeabilidade seletiva*”, no sentido de também contribuir para a garantia de um equilíbrio das condições que auxiliam na manutenção celular. Ainda encerra:

---

<sup>55</sup> Aqui se observa uma generalização para que o aluno possa compreender melhor. Em muitos casos é importante que não haja constância, ou que esse equilíbrio de alguma forma se altere.

Ao fenômeno que envolve toda essa dinâmica para manter estáveis a composição química e o estado físico da célula e do organismo dá-se o nome de HOMEOSTASE (SOARES, 2004, p.9).

Também se faz importante observar que ao referir-se a termos como “identificação” e “caracterização”, o autor toma a identificação em sua essência – não aquilo que há de comum -, mas como sendo algo próprio (único) de algo, de um ser ou de um grupo – um conjunto – de seres, no caso, vivos. Está na essência da identificação a caracterização das coisas relacionadas de maneira intrínseca àquilo que são ou possuem como algo que permite diferenciá-las, mas sempre separadas pelo hiato da descontinuidade – no caso dos não vivos em relação aos vivos – por estruturas que aqueles não possuem.

José Luís Soares também trata do que chamou de “*execução de funções vitais*” (SOARES, 2004, p.9). Embora isso pudesse ser tratado dentro do tema do metabolismo, apresentada pelo autor como “*consumo de energia com renovação contínua da matéria*”, assim como o fez ao abordar a capacidade de manutenção da homeostasia.

As referidas, “*funções vitais*”, nada mais são do que processos metabólicos em um nível sistêmico como “*respiração*”, “*nutrição*” e “*circulação*” como exemplifica o autor (SOARES, 2004, p.9). Ainda cita a interface entre os sistemas nervoso e endócrino na regulação das estruturas vivas, no sentido da execução de um trabalho direcionado a um fim único: a manutenção da vida. Mas, o fato é que o autor encerra sem explorar o tema e com um questionamento:

[...] serão as GRANDES FUNÇÕES VITAIS que justificam a manifestação da VIDA, ou será a VIDA que justifica a manifestação das GRANDES FUNÇÕES VITAIS? (SOARES, 2004, p.7).

Na “*capacidade de reprodução e hereditariedade*” aproveita – mesmo antes de apresentar o tema específico - para ratificar a impossibilidade da geração espontânea, uma das teorias sobre a origem da vida (SOARES, 2004, p.9). Ainda, explora não apenas a capacidade, mas a questão da velocidade de reprodução entre os seres vivos. Aqui há uma comparação entre a divisão binária (divisão simples ou cissiparidade) realizada por uma ameba (ser unicelular) e a reprodução humana (SOARES, 2004, p.9). Novamente aqui está instaurada uma discussão

sobre a complexidade, mas agora entre seres vivos. Sobre uma relação direta entre complexidade estrutural do ser e tempo de desenvolvimento, no sentido da reprodução.

A matéria bruta não se reproduz. Ela se forma naturalmente no meio pela agregação de moléculas e pela superposição de camadas de uma ou mais substâncias, por efeito de alguma circunstância ambiental (SOARES, 2004, p.9).

Com relação à hereditariedade, pouco explora o autor. Apenas comenta que a mesma consiste na transmissão de características hereditárias tratando-a como “*meio de perpetuação do quadro de caracteres*” de uma espécie, além de associar ambas (reprodução e hereditariedade) à continuidade da vida na Terra (SOARES, 2004, p.10).

Com relação à “*adaptação ao meio e evolução*”, José Luís Soares salienta que:

A adaptação ao meio é um fenômeno que ocorre naturalmente, sem ser intencionalmente procurado pela espécie, mas em função de acidentes genéticos no mecanismo reprodutivo dos indivíduos. Isso faz com que surjam novos tipos, chamados mutantes, dotados de características diversas das dos ascendentes e que os tornam mais adequados à vida em novos meios ou em novas circunstâncias (SOARES, 2004, p.10).

Aqui se percebe que o autor faz referência à teoria Darwinista, como se pode perceber no parágrafo que decorre do anterior e que está transcrito a seguir:

No decorrer de quase um bilhão de anos, as mutações se sucederam, se somaram e permitiram que ocorresse a lenta transformação das espécies, com a extinção de muitas e o aparecimento de outras tantas. Assim surgiram espécies capazes de suportar as grandes pressões das profundidades marinhas, outras que resistem às baixíssimas temperaturas das regiões glaciais, outras ainda que se adaptaram ao clima árido e quente dos desertos, e até aquelas que são capazes de viver em total ausência de oxigênio livre para a respiração (SOARES, 2004, p.10).

Ainda com relação a essa questão, mais propriamente relacionada à questão evolutiva, o autor, ao separar, acaba por destacar tanto o “*relacionamento dos seres com o ambiente*” quanto sua “*individualidade e variabilidade*” (SOARES, 2004, p.11). Ocorre que o viés que dá ao primeiro diz respeito à luta pela vida - pela sobrevivência - contemplada na questão anterior (a da hereditariedade) e fruto do

patrimônio genético e dos acidentes (mutações) que dele podem derivar, como outras formas de vida, mais – ou menos – aptas à execução de determinadas ações no ambiente.

É bastante sabido que todas as espécies desenvolvem uma constante luta pela vida na busca da sobrevivência. Mas essa é uma luta que cada espécie empreende com o meio onde vive. E devemos interpretar essa luta como a incessante atividade dos indivíduos na procura de alimentos e de abrigo, no domínio de territórios, na fuga de seus predadores, na maior ou menor habilidade de alcançar suas vítimas, na eficiência de proteger suas crias, na capacidade de resistir ao frio ou ao calor, às tempestades ou às secas e de se adaptar às variações de pressão, de salinidade, de pH e outras condições físico-químicas do seu habitat (SOARES, 2004, p.11).

Com relação a “*individualidade*” e a “*variabilidade*” (SOARES, 2004, p.11) o autor explora a vantagem da mistura gênica na reprodução sexuada em detrimento à assexuada. Além disso, de maneira mais superficial é possível identificar referência aos mecanismos de recombinação gênica na produção de gametas – células sexuais – e a comparação (em termos de variabilidade) entre a composição das matérias inorgânicas e orgânicas.

Essa é outra qualidade inerente aos seres vivos, uma vez que, entre os corpos brutos de mesma natureza, não se observam variações que justifiquem verdadeiras individualidades. Afinal, um diamante é essencialmente igual a qualquer outro diamante, assim como um pedaço de carvão será sempre igual a outro pedaço de carvão (SOARES, 2004, p.11).

\*

As características dos seres vivos no livro de Linhares e Gewandsnajder, além de aparecerem de forma ilustrada, são apresentadas de maneira similar aos livros de Amabis e Martho e de José Luís Soares. Nessa publicação, como foi referido, sobressaem as figuras, organizadas de tal maneira que permitem elucidar, a partir da ilustração, do esquema, cada uma das características selecionadas pelos autores como *características dos seres vivos*.

Assim, como muitos livros e em todos os analisados, os autores começam a explorar as características dos seres vivos a partir de sua composição química. Logo de saída, fornecem subsídios à construção de uma noção do conceito de matéria, explorando também outro conceito: o de molécula.

Toda matéria existente no universo é feita de átomos. Alguns podem se ligar a outros e formar moléculas. Por exemplo, cada molécula de

água é formada por dois átomos de hidrogênio ligados a um de oxigênio. A fórmula molecular da água –  $\text{H}_2\text{O}$  – representa os átomos que compõem a molécula. Outros átomos podem se ligar e formar compostos iônicos. É o caso do cloro e do sódio, que formam o cloreto de sódio (o sal comum). A força que mantém os átomos unidos é chamada de ligação química (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.10).

Em seguida, fazem a contraposição das moléculas orgânicas frente às inorgânicas, mas de um modo até então diferenciado frente aos demais livros analisados: exploram modelos espaciais, estruturais e forma molecular como mostram as figuras que se seguem.

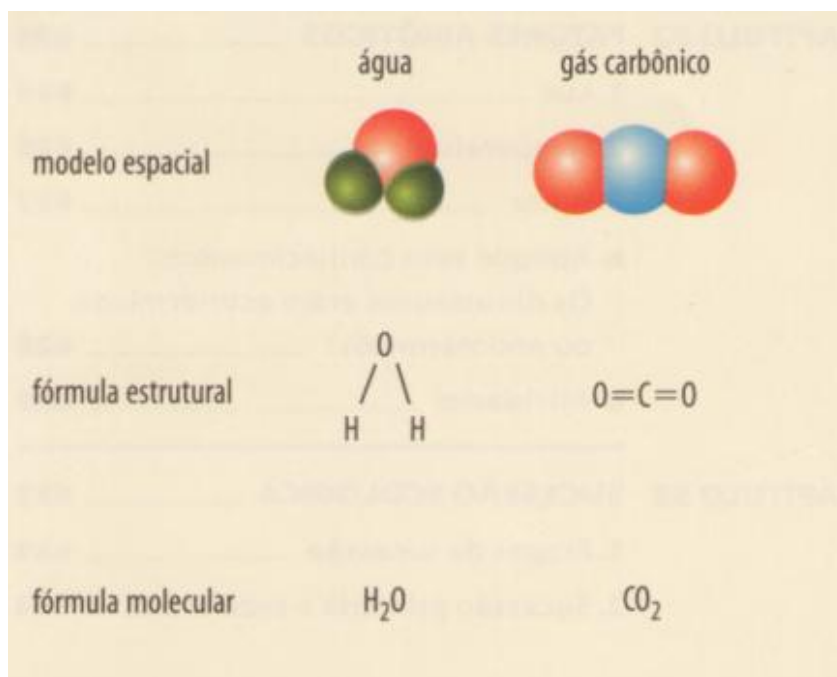


Figura 16 – Ilustração do modelo espacial e das fórmulas tanto estruturais, quanto moleculares das moléculas de água e gás carbônico, respectivamente (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.10).

Após apresentar água e gás carbônico como exemplos de substâncias inorgânicas, os autores fazem o mesmo em relação às orgânicas no sentido de demonstrar sua maior complexidade atômica e estrutural, como se observa na figura a seguir.

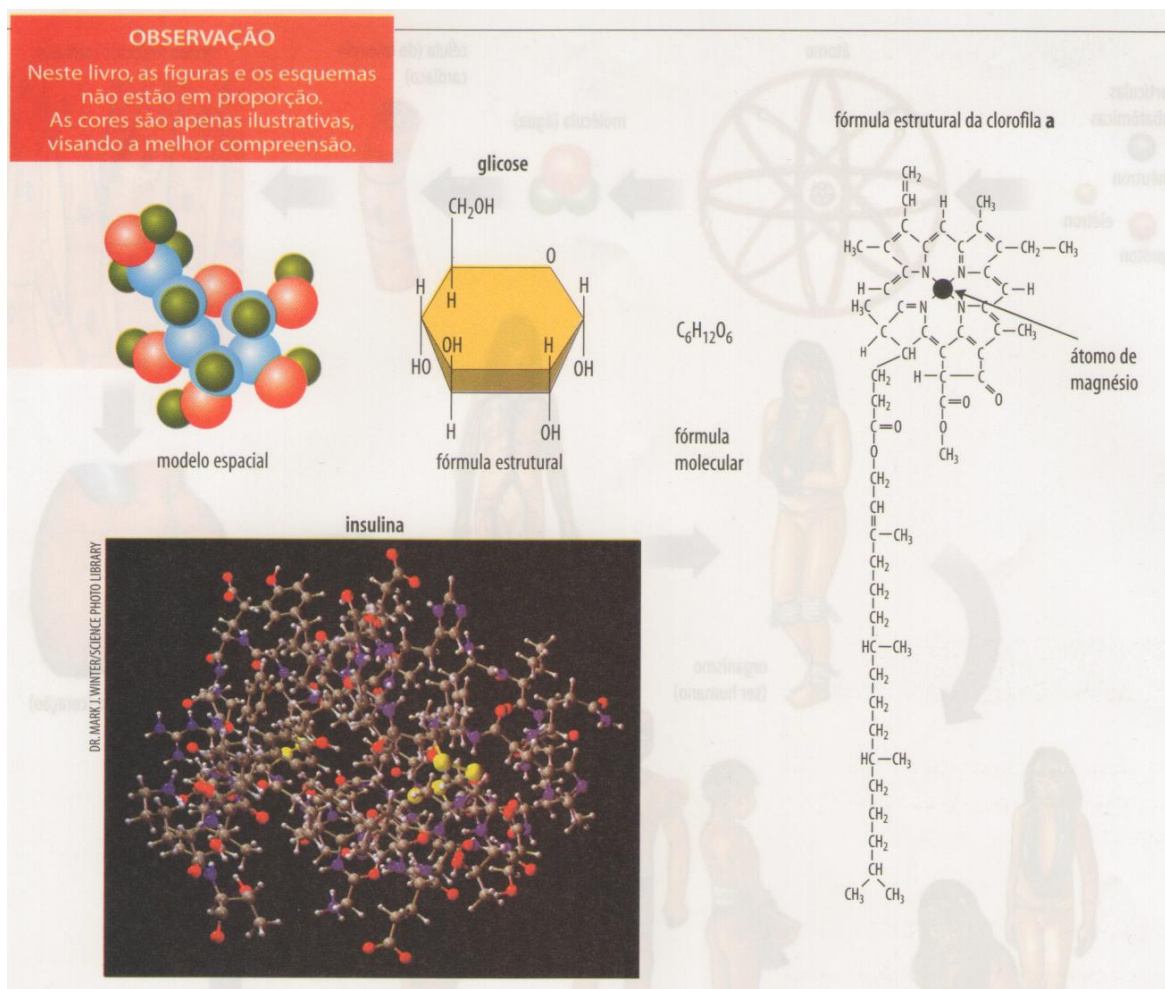


Figura 17 – Ilustração de modelos espaciais, fórmulas estruturais e moleculares de moléculas orgânicas como glicose, insulina e clorofila (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, P.11).

O “alto grau de organização” (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.11) é apresentado pelos autores a partir dos níveis de organização dos seres vivos (tanto o molecular, quanto o ecológico). Em outras publicações, é muito comum encontrá-los em separado das características dos seres vivos, sendo a complexidade relacionada a sua organização, mais voltada para as estruturas celulares tanto procariontes, quanto eucariontes.

Com relação à manutenção e à funcionalidade dos seres vivos, temos como característica a “nutrição”, o “crescimento” e o “metabolismo” (LINHARES e GEWANDSNAJDER, 2007, p.13). Os autores colocam que:

Os seres vivos retiram constantemente matéria e energia do meio ambiente. O processo pelo qual eles conseguem novas moléculas do ambiente é chamado de nutrição. Boa parte dessas moléculas é usada na reconstrução do corpo, que se desgasta continuamente, ou

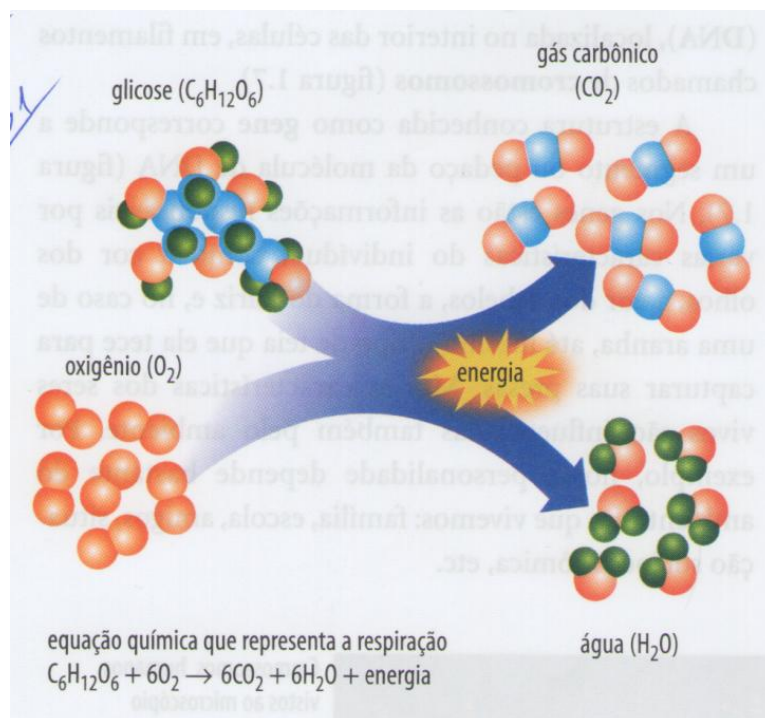


para permitir o crescimento e o desenvolvimento do organismo (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, P.13).

Aqui também cabe frisar que Linhares e Gewandsnajder já tratam da noção de respiração celular ao integrarem a necessidade de nutrição com processos energéticos (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.13).

Uma parte do alimento ingerido é levada para a célula, onde é quebrada e oxidada, transformando-se em moléculas menores. Por esse processo, chamado de respiração celular, é produzida a energia necessária às diversas transformações que ocorrem no ser vivo, incluindo a formação de novas moléculas (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.13).

Pode-se observar, na ilustração que segue, um esquema que permite ao aluno uma melhor visualização e compreensão do processo de respiração celular que produz energia para a célula a partir da molécula de glicose e gás oxigênio.



**Figura 18 – Esquema da respiração celular aeróbica: um processo biológico de produção de energia (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.13).**

Uma vez colocada a necessidade de produção de energia, é preciso situar o estudante do “porquê” essa produção é necessária. A partir desse momento, os

autores fazem menção aos processos metabólicos ao explicar alguns conceitos importantes à compreensão da matéria, do processo biológico, em questão.

O processo de formação da matéria viva que ocorre no interior das células é chamado de anabolismo (*aná* - para cima; *bollein* = projetar) e corresponde a um conjunto de reações de síntese ou de construção. O processo de destruição de moléculas de alimento para obtenção de energia é chamado de catabolismo (*katá* = para baixo) e consiste em um conjunto de reações de análise ou de decomposição. A soma de todos os processos que ocorrem no ser vivo é chamada de metabolismo (*metabolé* = transformar) (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.13).

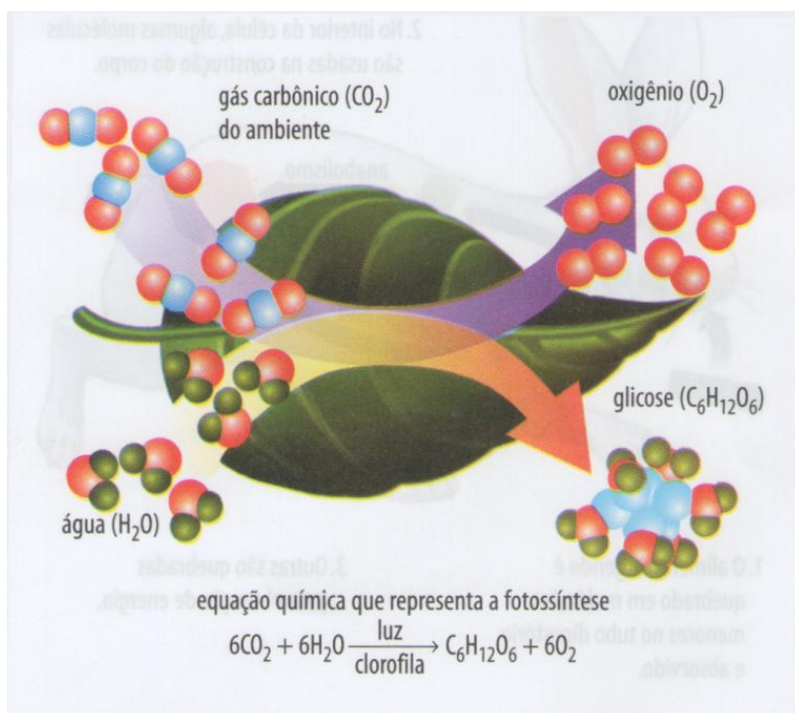
A ilustração segue a explicação.



Figura 19 – Representação esquemática dos processos metabólicos: reações de quebra e construção que representam, respectivamente, o catabolismo e o anabolismo (LINHARES E GEWANDSNAJDER, 2007, p.13).

O conceito de homeostase também aparece referenciado como “a capacidade dos organismos se manterem em equilíbrio dinâmico” (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.13). Este conceito é trabalhado dentro de “metabolismo” e não em separado, como característica, fator, determinante da condição de vivo como em alguns outros livros como o de José Luís Soares, recentemente analisado.

Com relação à nutrição os autores especificam a diferença entre nutrição autotrófica e heterotrófica. Observa-se apenas o conceito de ambas, mas a ilustração que se segue corresponde a um esquema da fotossíntese. O desenho possibilita que o professor, mesmo sem abordar a fundo a temática da fotossíntese, juntamente com seus alunos faça um contraponto entre esse processo e outro já abordado e também ilustrado: o da respiração celular. É possível antecipar a observação de ambos os processos como antagônicos e complementares nos vegetais.

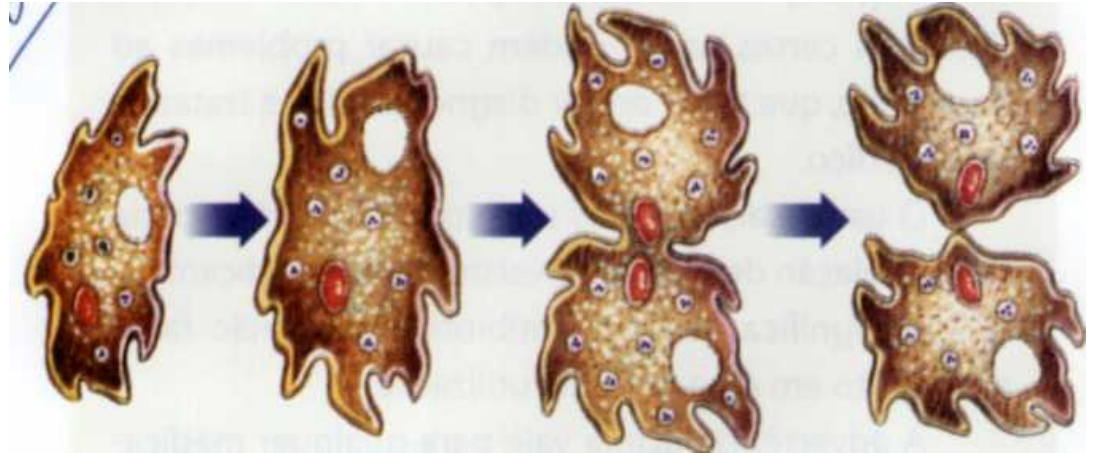


**Figura 20** – Representação esquemática da fotossíntese, um processo de nutrição que caracteriza algumas formas de vida autotróficas (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, P.14).

A característica “reprodução” também é apresentada pelos autores com um contraponto entre as reproduções sexuada e assexuada. Linhares e Gewandsnajder iniciam afirmando que “as informações genéticas são transmitidas de uma geração para outra pela reprodução” e logo em seguida explicam o conceito de reprodução assexuada e sexuada, respectivamente (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15).

A representação da reprodução assexuada se dá a partir da divisão binária. É a mais simples entre os tipos de reprodução assexuada de ser compreendida, talvez por isso a mais utilizada nos capítulos iniciais dos livros de Biologia. Além disso, na

maioria dos casos, o exemplo ilustrativo ou é de uma bactéria, ou de um paramécio ou de uma ameba: estes dois últimos, protozoários.

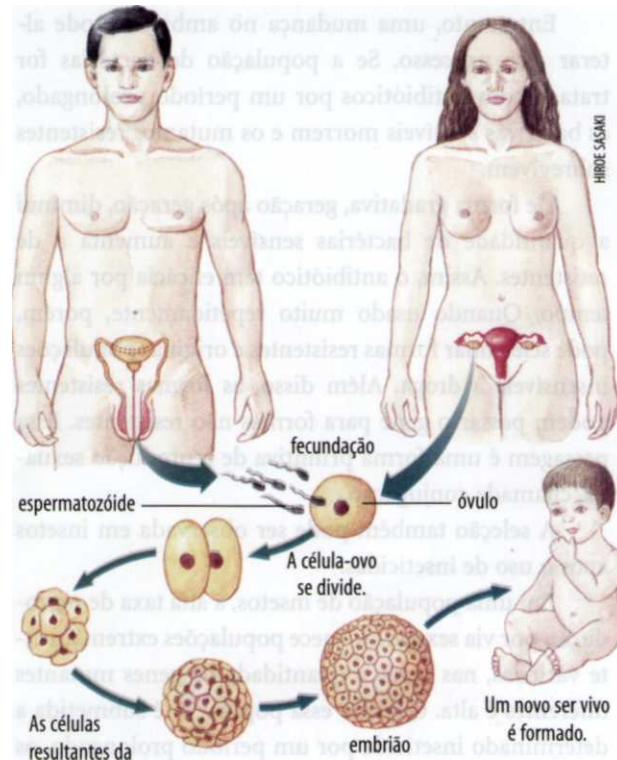


**Figura 21 – Representação da divisão binária (bipartição ou cissiparidade) em amebas (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, P.15).**

Já com relação á reprodução sexuada, Linhares e Gewandsnajder se valem de uma ilustração antecedida por uma explicação breve acerca desse modo que os seres vivos utilizam para se reproduzir. Segundo os autores:

[...] cada filho resulta de uma combinação diferente de genes do pai e da mãe. Esse tipo de reprodução é realizado pela união de células especializadas, os gametas. Nos animais, o sexo feminino produz o gameta feminino, chamado de óvulo, e o sexo masculino produz o gameta masculino, chamado de espermatozóide. Quando ocorre a fecundação, ou seja, a união dessas células, forma-se o zigoto ou célula-ovo, que se divide várias vezes e origina um novo indivíduo (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15).

Sobre a reprodução humana que fornece, mesmo de maneira superficial, a base conceitual para a compreensão de elementos envolvidos nesse processo como o nome das células gaméticas (sexuais) – espermatozoide e óvulo –, ainda nessa figura se percebe que é possível com que sejam explorados alguns elementos da biologia do desenvolvimento, da embriologia, como os conceitos de *célula-ovo*, *embrião* e *zigoto* (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15).



**Figura 22 – Representação ilustrada da reprodução sexual humana: da fecundação, passando pelo estágio embrionário, até a formação de um novo ser vivo (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15).**

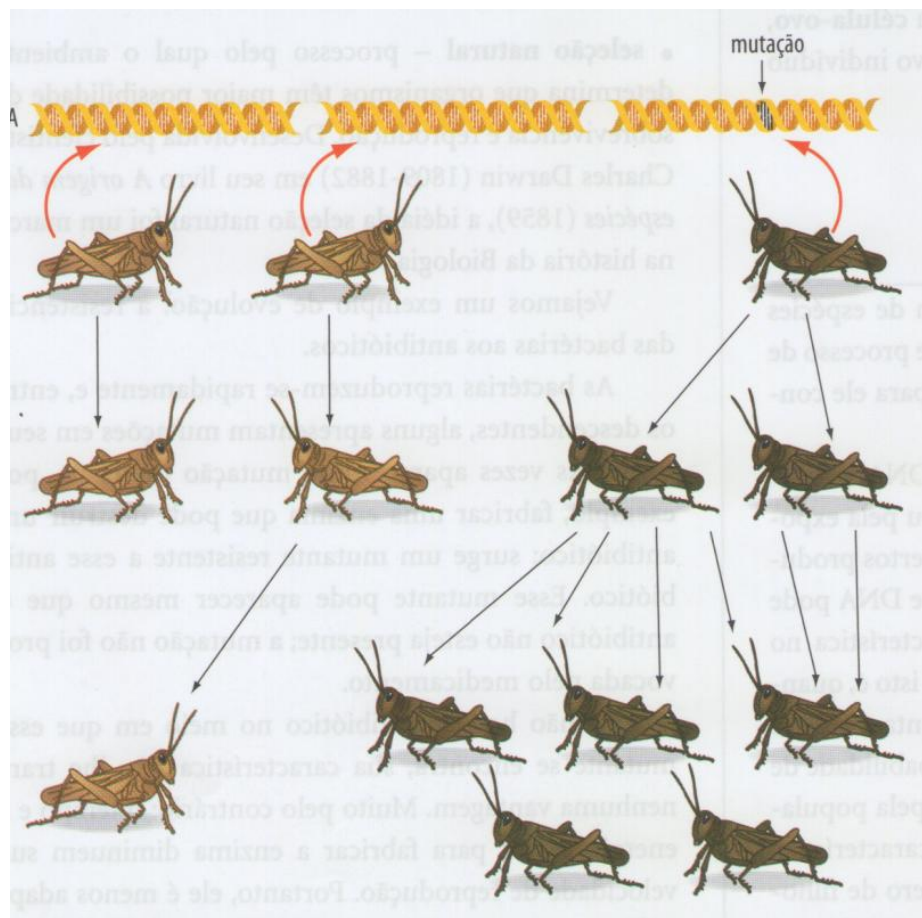
Com relação à capacidade de evolução, os autores explicam como as mutações interferem no processo de seleção natural e dão causa à variabilidade genética (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15). Assim, como em outros livros já analisados neste trabalho, Linhares e Gewandsnajder ressaltam que é sobre ela que se dá a atuação do meio selecionando aqueles que, segundo os autores, “têm maior possibilidade de sobrevivência e reprodução” (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15).

Vejamos um exemplo de evolução: a resistência das bactérias aos antibióticos. As bactérias reproduzem-se rapidamente e, entre os descendentes, alguns apresentam mutações em seus genes. Às vezes aparece uma mutação capaz de, por exemplo, fabricar uma enzima que pode destruir um antibiótico: surge um mutante resistente a esse antibiótico. Esse mutante pode aparecer mesmo que o antibiótico não esteja presente; a mutação não foi provocada pelo medicamento (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.15).

Para ilustrar, ainda tal colocação, lança mão de um exemplo que diz respeito à resistência a inseticidas.

Em uma população de insetos, a alta taxa de reprodução por via sexuada fornece populações extremamente variadas, nas quais a quantidade de genes mutantes diferentes é alta. Quando essa população é submetida a determinado inseticida por um período prolongado, os indivíduos sensíveis morrem e os mutantes resistentes sobrevivem. Gradativamente, geração após geração, diminui a quantidade de sensíveis e aumenta a de resistentes (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.16).

Ainda, ilustram os autores com o exemplo para uma melhor compreensão por parte do leitor.



**Figura 23 – Efeito das mutações sobre os seres vivos: o caso da resistência aos inseticidas (LINHARES & GEWANDSNAJDER, 2007, p.16).**

\*

Uzunian e Birner dividem as características dos seres vivos em: a) *composição química*; b) *células*; c) *metabolismo*; d) *reprodução*; e) *mutação*; f) *adaptação* (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7). Não tecem maiores informações sobre

cada uma delas, apenas se utilizam de pequenos textos que, ao acompanhar cada uma dessas características, pretende – de modo muito superficial – situar o aluno a respeito de cada uma delas. São informações tão breves que estão sintetizadas em uma tabela – figura que segue - de estrutura muito simplificada (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7).

<b>Composição química</b>	Todos os seres vivos são formados por moléculas orgânicas indispensáveis à sobrevivência, entre elas os ácidos nucleicos, as proteínas, os carboidratos (ou glicídios) e os lipídios.
<b>Célula</b>	Excetuando-se os vírus – seres acelulares –, a maioria dos seres vivos da Terra atual possui a célula como unidade fundamental da vida. Há seres vivos formados apenas por uma célula – os unicelulares – e os que são constituídos por diversas células – os pluricelulares.
<b>Metabolismo</b>	Metabolismo é o conjunto das reações químicas que ocorrem em um ser vivo. O metabolismo energético está relacionado à liberação da energia necessária para a sobrevivência. O metabolismo plástico ou estrutural é aquele no qual ocorre a construção do corpo. Cabe ao metabolismo de controle a regulação de todas as atividades que ocorrem na célula.
<b>Reprodução</b>	Por meio de diversas modalidades de reprodução, os seres vivos são capazes de produzir descendentes.
<b>Mutação</b>	Os seres vivos e o ambiente nem sempre foram como hoje. Mudanças genéticas podem ser herdadas pelos descendentes. São importantes para a adaptação dos organismos.
<b>Adaptação</b>	Os seres vivos são capazes de se ajustar continuamente às características do meio.

Figura 24 – Tabela das características dos seres vivos contida no livro de Armênio Uzunian e Ernesto Birner (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7).

Sobre a tabela em questão cabe uma observação com relação aos vírus. Os autores se posicionam quanto ao fato de serem vivos ao afirmarem que “*excetuando-se os vírus – seres acelulares – a maioria dos seres vivos possui a célula como unidade estrutural*” (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7). Mas, a pergunta que não é respondida pelos autores é: quem são esses seres vivos, com exceção dos vírus, que não fazem parte dessa maioria?

Outra questão a ser pontuada, e que aparece com esses autores, é o tipo de divisão que fazem do metabolismo: “*plástico ou estrutural*” e “*de controle*” (UZUNIAN E BIRNER, 2008, p.7). Em seu livro não citam, nesse ponto da discussão, a divisão do metabolismo em *anabolismo* e *catabolismo*, mas ressaltam essa característica por outro viés, outra perspectiva que é a da estruturação corporal e da regulação/controle de processos bioquímicos que integram a fisiologia dos seres.

Ainda há que se chamar a atenção pelo modo como o texto, seguidamente, aparece colocado. Quando o assunto é “*adaptação*” (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7), deparamo-nos com a afirmação - por parte dos autores - de que “*os seres vivos são capazes de se ajustar continuamente às características do meio*” (UZUNIAN & BIRNER, 2008, p.7). Mais uma vez aqui - como já observado em outras publicações ao longo deste trabalho - temos que o modo com que o texto foi redigido relembra a perspectiva Lamarckista. Em uma leitura desatenta dessa frase, o estudante é levado a crer que, mais uma vez, tal “*ajuste*” dependeria exclusivamente do ser vivo. Novamente parece estar suprimida a ação do meio sobre as espécies biológicas e, portanto, há nesse sentido, um afastamento da ideia de seleção natural como sendo o fator essencial à adaptação dos seres vivos.

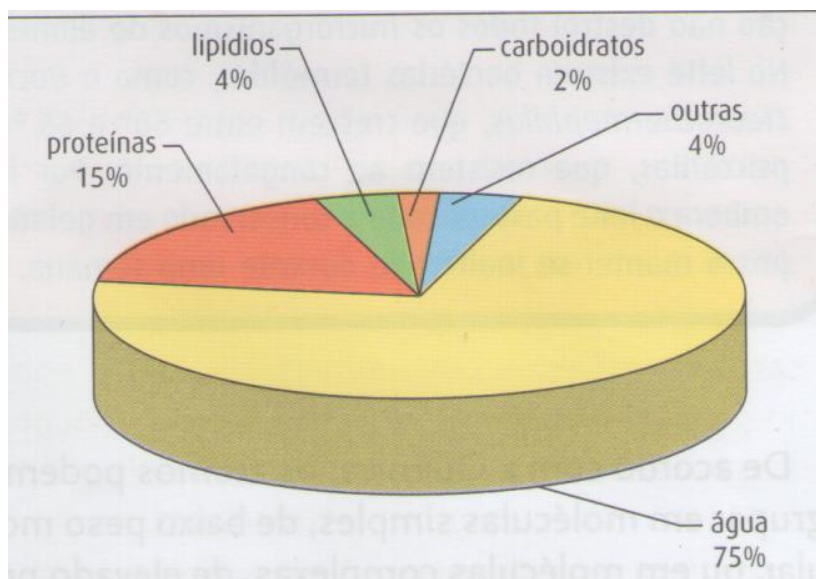
\*

Sídio Machado, ao abordar a temática das características dos seres vivos inicia pelo que chama de “*unicidade química*” (MACHADO, 2009, p.19). Em seguida, após o anúncio dessa primeira característica sobre a qual trata, apresenta a água como principal substância inorgânica que compõe o corpo dos seres vivos e ressalta:

Os sistemas vivos exibem uma organização molecular complexa e única, sem paralelo no mundo não vivo, cuja substância química predominante é a água. Todavia, além das substâncias inorgânicas simples, como a água e os sais minerais, os seres vivos apresentam em sua composição química uma ampla variedade de substâncias orgânicas complexas, agrupadas como glicídios, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos (MACHADO, 2009, p.19).



O autor também apresenta, sob a forma de gráfico, a composição molecular de uma célula animal (MACHADO, 2009 p.19) para que o estudante possa perceber – em termos percentuais – a quantidade de moléculas tanto orgânicas, quanto inorgânicas presentes nesse tipo celular. A diferenciação entre o orgânico e o inorgânico também está presente no texto de Sídio Machado.



**Figura 25** – Gráfico da composição molecular contida em uma célula animal. Estão representadas as principais moléculas trabalhadas pelos livros didáticos de Biologia (MACHADO, 2009, p.19).

O conceito de molécula também é explorado pelo autor. Ele apresenta a água como exemplo e, a partir dela, faz a diferenciação entre o que chama de fórmulas eletrônica, estrutural e molecular (MACHADO, 2009, p.19).

		$H_2O$
<b>Fórmula eletrônica</b>	<b>Fórmula estrutural</b>	<b>Fórmula molecular</b>

**Figura 26** – A molécula de água representada de diferentes maneiras (MACHADO, 2009, p.21).

Com relação à “*complexidade e organização hierárquica*” também insere os níveis de organização em meio ao trabalho com as características dos seres vivos - o que não é comum em grande parte dessas publicações didáticas. De um modo geral, tais níveis são abordados em separado tais níveis (MACHADO, 2009, p.21).

Quando o autor enfrenta a temática da “*reprodução*”, discute-a sob uma perspectiva temporal. Demonstra a relação entre a rapidez, ou lentidão, nesse processo e a complexidade do organismo vivo que o executa (MACHADO, 2009, p.21). Quanto mais rápido o processo, mais simples seria a estrutura do ser, como demonstra por meio da divisão binária (cissiparidade) da bactéria *Escherichia coli*. O inverso também é verdadeiro.

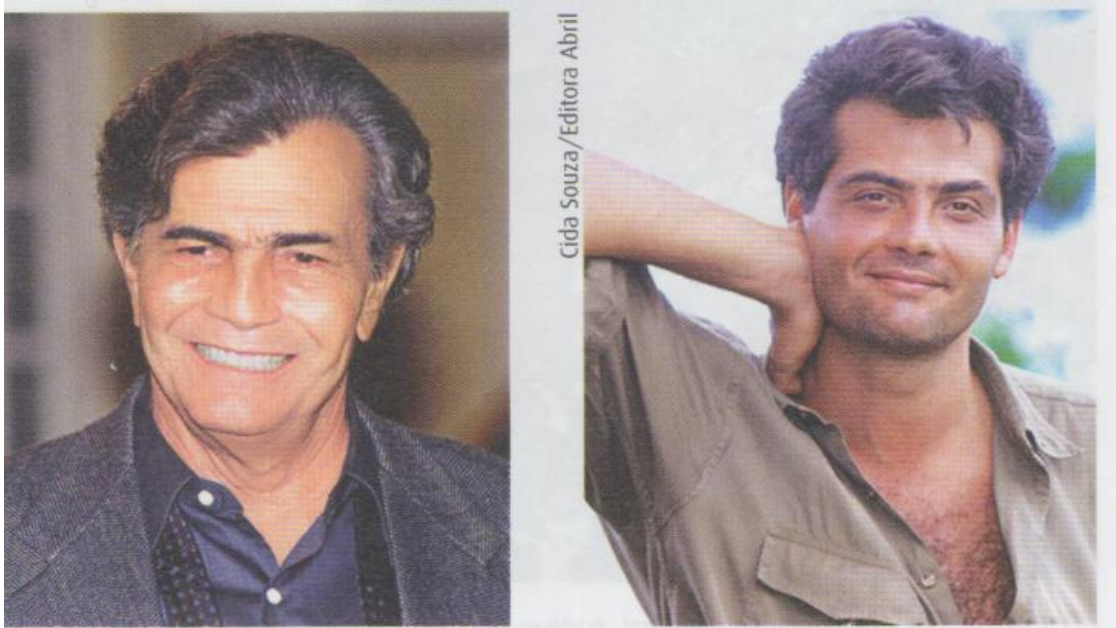
Sídio Machado também fala sobre a reprodução sexuada e constata sua presença em distintos grupos de seres vivos ressaltando o mecanismo de herança do patrimônio genético que os identifica (MACHADO, 2009, p.21).

Os seres vivos possuem uma espécie de memória genética que lhes garante fidelidade na herança. Por isso, graças à hereditariedade, as novas bactérias que surgirem no tubo de ensaio mencionado herdarão características estruturais, funcionais e comportamentais da bactéria ancestral (MACHADO, 2009, p.21).

Ainda complementa.

Vale ressaltar que essa característica da hereditariedade presente nas bactérias e nos seres humanos não é exclusiva desses organismos, mas está presente também em todos os outros seres vivos como plantas, fungos, protozoários. A rigor, o que os pais transmitem aos filhos, por intermédio de células reprodutivas especializadas ou gametas, são moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA), comumente organizadas em unidades funcionais (genes) que, por sua vez, se dispõem em longas cadeias (cromossomos) (MACHADO, 2009, p.21).

E ilustra a hereditariedade, as “*memórias biológicas*” potencialmente herdáveis (Machado, 2009, p.21), ilustra – exemplificando - a partir da figura seguinte:



**Figura 27 – Fotos de Tarcísio Meira e Tarcísio Meira Filho para ilustrar o conceito de hereditariedade (MACHADO, 2009, p.21).**

Com relação à “nutrição” e ao “metabolismo” faz a diferenciação entre os seres autotróficos e heterotróficos e entre os tipos de reações metabólicas: anabólicas e catabólicas. O autor não tece grandes considerações sobre essas características que são, por ele, apresentadas juntas (MACHADO, 2009, p.21).

Quando o assunto é o “desenvolvimento”, percebe-se um primeiro movimento que é diferenciá-lo do “crescimento”.

Os seres vivos passam por um ciclo de vida característico [...] crescem (isto é, aumentam de tamanho) e se desenvolvem (ou seja, mudam de forma) incorporando nutrientes a seus organismos (MACHADO, 2009, p.22).

Logo a seguir apresenta um gráfico que demonstra a relação entre a altura média e a idade de meninos e meninas (MACHADO, 2009, p.22).

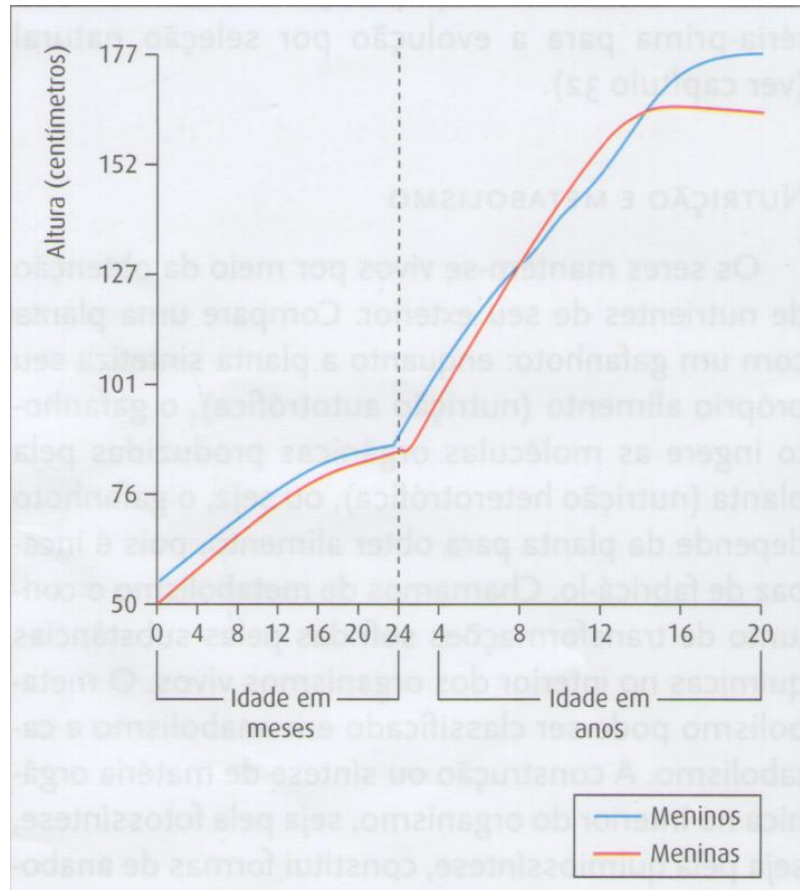


Figura 28 – Representação gráfica da relação entre a altura média e a idade de meninos e meninas (MACHADO, 2009, p.22).

Ainda, faz referência sobre o que denomina de “*interação ambiental*” (MACHADO, 2009, p.22).

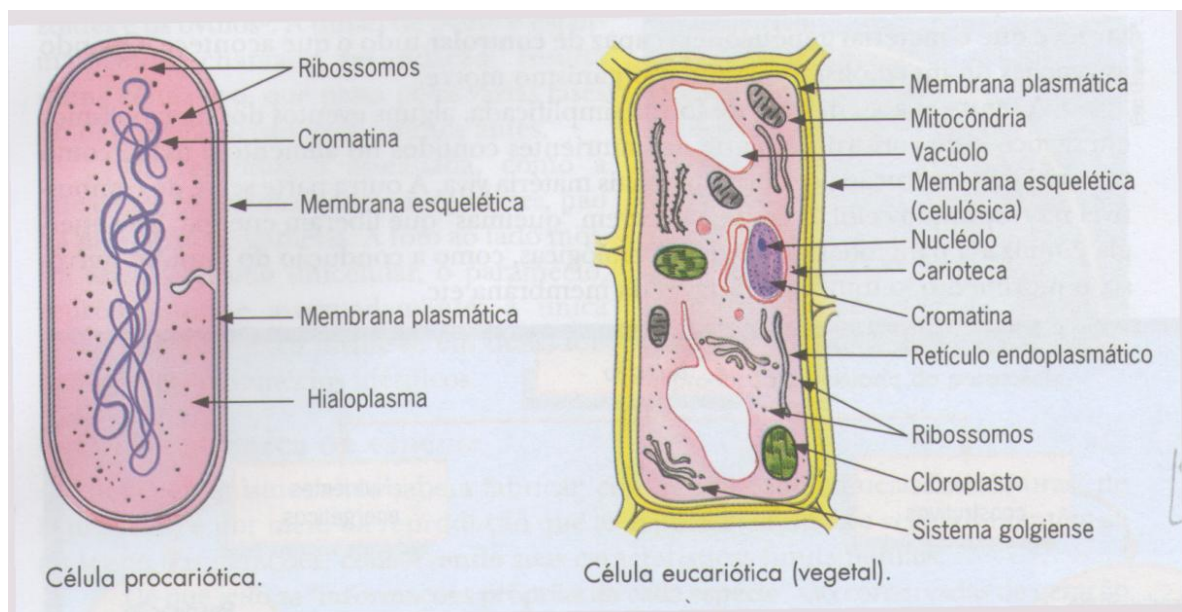
Nenhum ser vivo sobreviveria muito tempo se ficasse isolado de certos fatores do ambiente, como a luz e a água, por exemplo. E a razão disso é bastante simples: os seres vivos dependem do mundo exterior para obter moléculas e energia, matérias-primas com as quais constroem e mantêm seus corpos em funcionamento (MACHADO, 2009, p.22).

Nessa primeira abordagem, o autor faz maior referência à manutenção estrutural, mas em seguida fala sobre “restrições”, dificuldades, desafios, que o meio impõe aos seres vivos. Explica o que seria a luta pela sobrevivência das espécies, mas isso sem fazer – nessa parte do livro – nenhuma referência a Darwin e ao processo de seleção natural. Entretanto, aponta um caso concreto: o *do Chamaeleo melleri* (MACHADO, 2009, p.22).

Sídio Machado demonstra a adaptação no caso em concreto com um exemplo de superação das adversidades ambientais por parte dessa espécie e sua capacidade de camuflagem. Caberia ao professor a introdução, a partir desse exemplo, da teoria da evolução e suas premissas.

\*

César e Sezar começam pela “estrutura celular”. Citam as partes fundamentais da célula (membrana plasmática, citoplasma e núcleo) tecendo comparações entre ambas (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.9).



**Figura 29 – Comparação entre dois tipos celulares: procariontes e eucariontes, respectivamente (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.9).**

Aqui, ao contrário de Uzunian e Birner (2008) que falam em “maioria”, os autores são categóricos ao afirmarem que “*todos os organismos, exceto os vírus, apresentam organização celular*” (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.8).

Com relação ao “*desenvolvimento*” apresentam o ciclo de vida, seus diferentes estágios a partir da célula ovo (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.9).

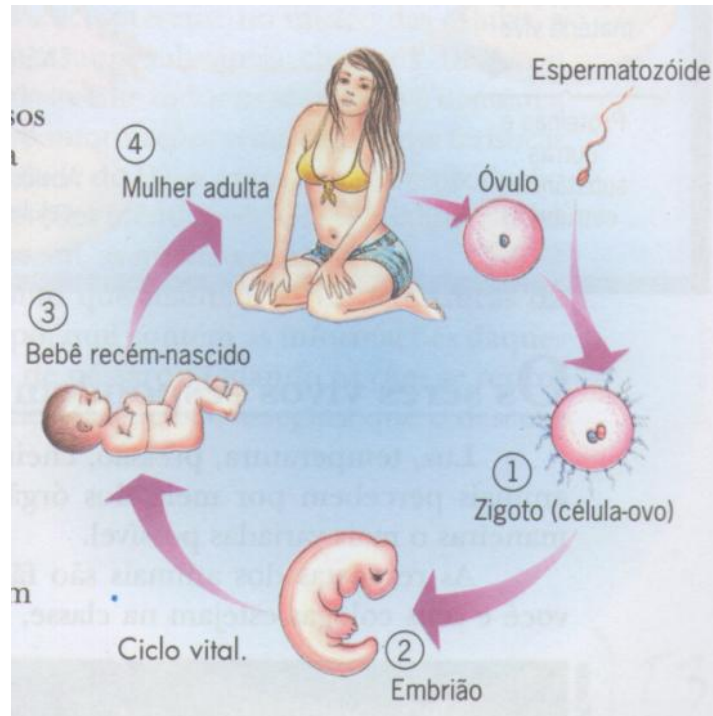


Figura 30 – Representação do ciclo de vida na espécie humana (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.9).

Já o “crescimento” é associado à nutrição.

Os nutrientes que existem nos alimentos, como o leite são processados no interior das células e se transformam em material celular. Isso permite que as células se multipliquem, ocorrendo o crescimento do organismo e a regeneração de tecidos desgastados (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.9).

Por sua vez, o metabolismo se apresenta associado à ideia de transformação (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.10). É interessante ver a forma com que os autores se referem a essa característica. Eles utilizam os termos “nutrientes construtivos” e “nutrientes energéticos”, inserido o processo de respiração na discussão e, desde já, o apresentam como processo biológico de produção de energia.

A “resposta a estímulos” é creditada à presença, nos seres vivos, de “órgãos sensoriais”, sensitivas que permitem uma integração entre o “estímulo”, “sensibilização” e o aparato celular – principalmente via sistema nervoso – o que acaba por gerar uma “resposta” a esse estímulo por parte do organismo vivo (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.10). Os exemplos utilizados pelos autores são o dos tropismos (movimentos vegetais orientados) e o da ação das plantas carnívoras que consegue “perceber” quando insetos pousam sobre elas e assim capturá-los.

Quando o assunto é a “*reprodução*” observa-se a distinção entre suas formas sexuada e assexuada (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.11). É possível extrair desse texto inicial conceitos como o de “gameta” e “fecundação”, mas não se encontra nenhum tipo de referência com relação à maior variabilidade genética que pode ser constatada com vantagem da reprodução sexuada em face da assexuada.

A seguir, fazem observações sobre a capacidade de duplicação do DNA (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.11), abordam sua função ainda sem entrar em maiores detalhes, tendo em vista que nesse momento do texto por tratar-se de – ainda - uma introdução ao que será enfrentado pela matéria, não seria possível adentrar tanto em minúcias, em detalhes. A referência que é feita ao DNA é direcionada a sua função de abrigar “*informações próprias*” de cada espécie biológica que, dentro desse grupo, tendem a se conservar ao longo das gerações (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.11). Aqui denota-se a perspectiva hereditária.

A questão da hereditariedade referida pelos autores, entretanto, mesmo sendo colocada em seguida da discussão sobre a reprodução, aparece desvinculada da discussão em torno da variabilidade genética pelo fato da ausência de discussão sobre esta, neste momento do texto. Em assim sendo, do modo como está colocada na redação feita pelos autores, também parece não haver relação desta tanto com os eventos de *mutação*, quanto de *crossing-over* e tampouco com a *segregação independente* dos cromossomos que ocorre durante a *meiose*.

No entanto, a discussão que César e Sezar fazem em torno da *reprodução* como característica dos seres vivos possibilita a percepção, por parte do estudante leitor, de que – ao desconsiderar a discussão em questão, principalmente sobre a possibilidade de recombinação gênica - o DNA da linhagem parental que é segregado para seus respectivos gametas possui sempre a mesma sequência e que, assim, todos os gametas dos pais seriam sempre geneticamente iguais, teriam exatamente os mesmos genes.

Com relação à temática da “*evolução*” os autores a colocam sob duas perspectivas: mudança e adaptação (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.11). Aqui também não fazem referência às mutações, mas abordam a mudança como o resultado final do processo evolutivo. Afirmam que:

As espécies vivas modificam-se lentamente no decorrer do tempo, ou seja, evoluem. Essas modificações, na maioria dos casos, são tão lentas e pequenas que não as percebemos. Na realidade, normalmente as espécies são bastante estáveis, levando centenas de milhares de anos para acumular modificações que possam ser notadas (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.11).

Já a adaptação é referida como sendo a possibilidade dos seres vivos, uma vez submetidos às pressões seletivas do próprio meio, a ele se adaptarem. Uma espécie de “capacidade” de sobrevivência em determinado ambiente. Logo, apresentam um caso em concreto.

As espécies sofrem mudanças no decorrer do tempo, conservando somente aquelas características que as tornam mais aptas a sobreviver. Assim, é comum notarmos que animais e vegetais estão bem adaptados ao ambiente em que vivem. O bico de um beija-flor tem a forma correta para retirar seu alimento de flores em forma de cálice. Plantas do deserto, como os cactos, têm suas folhas transformadas em espinhos: devido à pequena superfície dos espinhos, a transpiração excessiva é evitada. As cobras, por causa das escamas, têm a pele quase impermeável e também podem viver em ambientes muito secos, sem temer a desidratação (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.11).

Aqui se percebe bem a influência do meio ambiente induzindo à seleção de estruturas nos seres vivos que nele vivem. Embora ainda, em determinado momento se verifique uma redação como “os cactos, têm suas folhas transformadas em espinhos”, o que também parece – para quem lê pela primeira vez -revigorar a perspectiva proposta por Lamarck, mas no contexto geral é possível perceber a influência do meio e a “adaptação” como culminância do processo evolutivo.

Os autores ainda encerram:

As mudanças que uma espécie sofre por evolução <<aqui se referem não apenas à mutação, mas à culminância do processo evolutivo, o todo>> quando permitem maior adaptação ao ambiente, são mantidas e transferidas de uma geração para outra. Assim, a maioria das espécies está habilitada a explorar da melhor forma possível o ambiente em que vive (CÉSAR & SEZAR, 2003, p.12).

Percebe-se claramente a intenção de ligar o processo de evolução, passando pela capacidade de adaptação, à finalidade de melhor execução, por partes dos seres vivos, de seus modos de vida, de sobrevivência. Aqui está implícito o conceito



de nicho ecológico, que deriva da soma das estratégias – como são executadas – por parte dos organismos vivos para contribuir na manutenção da homeostase de um determinado ecossistema. O livro de César e Sezar, a partir desse trecho transcrito acima, é – dentre os analisados – o que talvez melhor situe o estudante sobre a forte e indissociável relação entre seres vivos e meio ambiente.

\*

A partir das características discutidas e analisadas anteriormente de maneira mais aprofundada, é possível observar como poderia se dar uma caracterização comum à vida, a partir dos itens encontrados nos livros didáticos. Se pudéssemos reorganizar todas as características abordadas pelos livros didáticos no sentido de observar aquilo que há de comum, de concordante entre eles, seria possível caracterizar o vivo de acordo com os seguintes elementos:

- a) Composição química da matéria viva e organização celular.
- b) Complexidade e organização hierárquica;
- c) Metabolismo e Homeostasia;
- d) Nutrição;
- e) Crescimento e desenvolvimento;
- f) Reprodução;
- g) Hereditariedade e individualidade;
- h) Irritabilidade;
- i) Mutação e Adaptação;
- j) Seleção Natural e Evolução;

Isso representa aquilo que os livros trazem de comum quando o assunto é característica dos seres vivos, mas não é a garantia que a partir dessas classificações seria possível caracterizá-los em sua totalidade, apenas construir uma noção do que é ser vivo. Ainda, a partir disso, poderíamos organizar essas características sob a forma de cinco distintas perspectivas, as quais seriam: a) perspectiva bioquímica; b) perspectiva fisiológica; c) perspectiva genética; d) perspectiva evolutiva; e) perspectiva ecológica.

Dentro de uma *perspectiva bioquímica* seriam abordadas questões como composição química da matéria viva e organização celular, complexidade e organização hierárquica molecular e ainda o caso dos vírus como exceção pelo fato de não apresentarem estrutura celular. Com relação a uma perspectiva fisiológica, as questões metabólicas, a homeostasia, a irritabilidade e os processos de nutrição, crescimento, reprodução e desenvolvimento. Já em uma perspectiva genética seriam abordados temas pertinentes à reprodução, à variabilidade genética – o caso das mutações, por exemplo -, aos mecanismos de herança, e à individualidade do patrimônio genético dos seres.

Na perspectiva evolutiva estariam contemplados temas como seleção natural, adaptação e evolução e, por fim, em uma perspectiva ecológica a complexidade e organização hierárquica ecológica dos seres, bem como sua relação com o meio e com outros seres que com ele habitam determinado ecossistema.

A partir de agora pretendo brevemente explorar um pouco mais essas perspectivas que caracterizam os vivos em face do conteúdo apresentado pelos livros didáticos relacionados à origem da vida que são apresentadas pelos autores dos diferentes livros didáticos de biologia analisados neste trabalho. Acredito ser importante discutir pontualmente alguns elementos que tornam essa relação entre o vivo – a vida em si e aquilo que a caracteriza – e as teorias sobre a sua origem possível.

## **15 A relação entre as teorias de origem da vida e as características dos seres vivos apresentadas pelos livros didáticos.**

Como se percebe, o texto dos livros didáticos de Biologia não é consensual no que diz respeito às teorias sobre a origem da vida e as características dos seres vivos. Não que haja divergência sobre os modos como se expõe uma mesma teoria, mas no sentido de que em algumas dessas publicações, parte dos conteúdos se mostra suprimida, brevemente referenciada, ou ainda não consta. Com isso percebe-se uma diferença na concepção dos autores em relação àquilo que os mesmos acham como suficiente (ou necessário) tanto para explicar as possibilidades de surgimento da primeira forma de vida na Terra, quanto os elementos necessários à classificação de um determinado ser como vivo.

Nesse contexto, de divergência quanto ao conteúdo de Biologia que deve ser ensinado, foram (re)organizadas as características dos seres vivos – em sua totalidade - que constavam nos livros didáticos examinados e (re)distribuídas nas já referidas perspectivas: bioquímica, fisiológica, genética, evolutiva e ecológica. Assim tais perspectivas surgem como espécies distintas de eixos temáticos que contemplariam - de maneira ampliada - uma possibilidade de resposta à pergunta “o que é ser vivo?” para a Biologia.

Para uma melhor compreensão da importância da análise desses dois temas, pode-se organizar uma tabela que permite visualizar os pontos onde as características dos seres vivos se mostram coincidentes aos eventos das teorias que explicam a origem da vida. Pode-se perceber de maneira muito clara que os elementos que deram subsídios a elas tiveram sua origem a partir da análise da dimensão estrutural da biodiversidade, do estudo da organização da complexidade da vida, sendo talvez até o momento a melhor das respostas para elucidar o objeto de estudo dessa ciência. A Biologia, como ciência que estuda a organização – em sentido amplo - das formas de vida em sua complexidade.

Nesse sentido pretendo mostrar como se faz possível a intersecção entre as duas temáticas abordadas nesta tese – as características dos seres vivos e as teorias sobre sua origem - e contidas nos livros didáticos de Biologia, destacando elementos individuais de cada uma das perspectivas em relação a essas já referidas e anteriormente discutidas teorias.

## **16 A perspectiva bioquímica de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.**

Começemos, então, pela perspectiva bioquímica. A partir desse modo de se analisar a complexidade dos vivos é possível destacar que sua análise pode ser inserida – com exceção do criacionismo – em todas as demais teorias sobre a origem da vida. Com relação à abiogênese ou geração espontânea é possível ponderar sua exclusão como fator essencial à composição dos seres vivos. É claro que essa assertiva não condiz com a verdade, pois sabemos da composição orgânica dos seres vivos, mas em sua vigência os adeptos dessa teoria acreditavam que a vida poderia ser originada de matéria inorgânica, ou até mesmo de matéria orgânica inanimada, sem vida, em decomposição. Sendo assim, abre-se o espaço para uma abordagem bioquímica dentro da discussão da geração espontânea pelo fato de que havia a crença de que algo pudesse orientar a organização da matéria e originar a vida.

O mesmo vale para a biogênese. Também aqui há lugar para uma discussão em torno da composição estrutural da vida tendo em vista que o conhecimento de tal teoria, sua compreensão, se deu na extensão – mas em sentido oposto – da abiogênese. Existe um espaço de discussão em torno da organização material dos seres vivos que deve – e só pode – ser explorado por um conhecimento químico aplicado às estruturas biológicas. É necessário observar que mesmo na composição da matéria viva podem-se encontrar elementos inorgânicos, derivados de minerais, mas a vida não poderia ter sede exclusivamente em uma estrutura cujo predomínio fosse inorgânico por questões metabólicas inerentes à outra perspectiva – metabólica - de análise sobre os vivos: a fisiológica.

Com relação às teorias de Oparin - da evolução química - e ao mundo “RNA”, temos configurada a expressão máxima do importante e necessário uso da bioquímica na compreensão da organização e origem da vida. Tanto em uma quanto em outra se observa não apenas aquilo que já discutimos de que a composição da célula, dos componentes celulares, é de uma ordem molecular, mas elementos que nos permitem imaginar as condições e as próprias possibilidades de acoplamento, junção e organização – primeiramente - dessas moléculas e - posteriormente – delas em torno de uma estrutura viva enquanto componentes estruturais, antes singulares, que ao unirem-se tomam forma complexa, fazendo surgir a vida. Só com um

conhecimento bioquímico existe a possibilidade de compreensão e também de postulação dessas duas teorias, atualmente as mais aceitas para explicar a origem da vida.

Com relação a outra teoria, a panspermia cósmica, tomando como princípio a possibilidade de que a vida pudesse ter-se originado no cosmos e não na Terra, o princípio de compreensão é o mesmo. Dentro da perspectiva bioquímica não se leva em consideração o lugar de surgimento da vida, mas aquilo que se conhece de sua estrutura, ou seja, a atual certeza de que o que predomina nas estruturas tanto virais, quanto celulares, é de uma ordem molecular orgânica. Se a vida veio para a Terra ou se originou aqui, não cabe como resposta à perspectiva bioquímica, mas sim cabe a ela – reafirmando - apenas compreendê-la estruturalmente.

## **17 A perspectiva fisiológica de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.**

À perspectiva fisiológica excluem-se duas teorias de origem da vida. Isso significa afirmar que não há uma evidente relação em termos de compreensão da possibilidade de entendimento dessas teorias atrelada a esta perspectiva. Refiro-me aqui novamente ao criacionismo, mas agora também à panspermia cósmica.

A perspectiva fisiológica diz respeito a uma compreensão funcional da vida em termos estruturais. Enquanto a perspectiva bioquímica nos dá subsídios à compreensão de como se estrutura a matéria viva e também de seus processos, a perspectiva fisiológica – que não a pode dispensar – vai no sentido da compreensão e elucidação dos mecanismos que mantêm em atividade das formas de vida. Embora não possa ser diretamente abordada quando se trata de compreender a geração espontânea, é possível mesmo assim observar a necessária funcionalidade da vida. Justificar a existência de uma possibilidade de vida a partir daquilo que é inanimado é o mesmo que creditar a um aspecto funcional tal capacidade de “animação”. A justificativa da abiogênese em uma dimensão de análise fisiológica seria no sentido de admitir que na matéria inanimada processos aconteceram e ocorreram de forma orientada. Tais processos capacitaram a própria matéria à aquisição de determinadas qualidades inerentes e comuns, que caracterizam as distintas formas de vida. Resumindo: mesmo não havendo lugar para uma discussão propriamente fisiológica, é possível – mesmo na geração espontânea – apontar a importância da presença de certa funcionalidade para a ocorrência da vida.

Com relação à evolução química e ao mundo “RNA”, assim como na perspectiva bioquímica, a fisiológica passa a ganhar mais força. Essas teorias não apenas tentam explicar a organização bioquímica e estrutural da matéria viva. Vão além ao apresentarem modos possíveis de como essas primeiras formas de vida eram funcionais. E mais: não apenas como poderia ter funcionado seu metabolismo a partir do atual conhecimento da biologia das células, mas também como este teria sido capaz de, gradativamente, ir transformando o ambiente. Ou seja: a perspectiva fisiológica também é capaz de atrelar a essas teorias como, em um primeiro momento, se dá o controle do metabolismo celular mas, também, como os produtos desse metabolismo poderiam ter modificado o ambiente. Cabe ressaltar que a análise dessas possibilidades estaria sempre associada à perspectiva bioquímica.

## **19 A perspectiva genética de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.**

Com relação à perspectiva genética e às maneiras com que possa aparecer dentro do contexto de condições que delimitam as teorias sobre a origem da vida, temos a verificação de que há possibilidade de discuti-la praticamente em todas elas, excetuando-se apenas a panspermia cósmica. É interessante também lembrar que essa perspectiva de análise da vida não dispensa a bioquímica e a fisiológica. Muito pelo contrário. Genes são moléculas de DNA capazes de sintetizar proteínas, sendo essas moléculas muito atuantes e, portanto, funcionais em nosso metabolismo. Mas é claro que a perspectiva genética no sentido de caracterizar a vida, diz respeito aos mecanismos de herança. Aquilo que hereditariamente passa, como elemento característico, para o ser vivo de parte de seus ascendentes.

Quando se trata de analisarmos a perspectiva genética sob o prisma do criacionismo, temos uma excludente assim como o faz também para as perspectivas bioquímica e fisiológica. Mas, mesmo assim, é possível discutir essa perspectiva, ou melhor, a exclusão dessa perspectiva nessa teoria – e, segundo ela - pelo fato da crença de que as espécies não teriam sido produtos da evolução biológica, mas da criação divina. O desconhecimento de elementos comuns aos integrantes da biodiversidade na época de afirmação da teoria criacionista, pelo menos em parte exclui a perspectiva genética em sua origem, ou melhor, pelo menos na origem e na derivação - a partir da primeira forma de vida - de características que, tendo nela início, se perpetuaram. No caso da teoria criacionista, o ser humano seria percebido como imagem e semelhança de Deus e não como parte integrante de uma biodiversidade monofilética, isto é, de origem única dotada de um patrimônio genético.

No caso da abiogênese, não há como no da geração espontânea serem levados em conta os mecanismos de hereditariedade, tendo em vista a crença da época de que qualquer tipo de matéria inanimada, ou a combinação de diferentes tipos dessa matéria, poderiam fazer delas emergir a vida. Não se concebe aqui a possibilidade da herança de traços comuns ao longo das gerações que compõem determinada linhagem de seres vivos.

Com relação à biogênese, não há uma percepção direta dessa perspectiva, mas principalmente a partir dos experimentos de Redi, Spallanzani e Pasteur, e o

surgimento da percepção de que apenas a vida seria capaz de originar a vida, passa-se a dar mais atenção ao mecanismo de reprodução das espécies e os modos como, entre os iguais, as características têm possibilidade de serem perpetuadas por meio dos mecanismos de herança. Ou seja, só os iguais originam seus iguais, uma noção muito rudimentar, mas indiscutivelmente existente, da perspectiva genética na biogênese.

Mas, é novamente nas teorias de Oparin e no mundo “RNA” que mais uma vez a perspectiva em questão é alavancada. A inconstância do ambiente que, segundo Oparin, era característica da Terra primitiva teria feito com que as primeiras moléculas formadas a partir da atmosfera da época no então ambiente lodoso sofressem alterações, as chamadas mutações, inclusive as primeiras moléculas de ácidos nucleicos (DNA e RNA). Além disso, segundo essas teorias – mais fortemente no mundo “RNA” – se começa a perceber o controle dessas moléculas sobre a atividade celular que poderia ter feito surgir novas/outras/diferentes estruturas ou ainda aumentar ou diminuir o ritmo funcional, o metabolismo, das mesmas. Essas diferenças seriam essenciais para outra perspectiva, a evolutiva, pois aí é que residiria o aparecimento da biodiversidade em suas formas mais e menos adaptadas, de acordo com a interação ambiental e a genética individual desses seres. A partir de então o ser vivo passa a ser visto, ou entendido, como um sistema genético cuja estrutura passa pela compreensão bioquímica e a regulação dos processos por outra fisiológica.

Com relação à panspermia cósmica, a perspectiva genética também não teria uma aplicação direta. Se tivesse, a ela não importaria se a vida teria, ou não, uma origem extraterrena, mas continuaria como atualmente é: tentando compreender como se dá nos seres vivos o mecanismo de herança a partir de suas peculiaridades nos modos de reprodução e de como os genes, nos diferentes seres, interferem na sua regulação. Nesse sentido se observa que tanto a perspectiva genética quanto a bioquímica são elementos fundamentais para a compreensão da fisiologia dos organismos vivos.



## **20 A perspectiva evolutiva de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.**

Com relação à perspectiva evolutiva de caracterização da vida temos, quando colocada frente ao criacionismo, uma grande resistência. Na verdade, uma negação. O criacionismo, ao adotar uma postura fixista – a da impossibilidade de mudanças, mutações, nas espécies desde o que teria sido o momento da criação –, nega qualquer possibilidade de evolução. Tudo parece fazer sentido quando se percebe a evolução como fenômeno culminante da seleção natural proposta por Darwin, e mais sentido ainda quando esta, ao depender da variabilidade como substrato de sua ação, faz ao longo do tempo espécies sofrerem modificações em seu perfil fisiológico-anatômico-estrutural. Ao dispensar a perspectiva genética, pelo fato da crença de que as espécies biológicas teriam sido criadas por Deus, afasta-se a possibilidade de mudanças e, por isso a postura fixista, a qual retira da mutação o elemento causador de biodiversidade. Portanto, para a crença criacionista a evolução não tem espaço. Ao contrário das teorias da evolução química e do mundo “RNA” onde as mutações ganham importância no sentido de serem essenciais à biodiversidade, contribuindo com o processo de seleção natural.

Na abiogênese, a perspectiva evolutiva não serve, não se aplica, tendo em vista a natureza dessa teoria. Em contrapartida, na biogênese e em sua percepção dos mecanismos de reprodução, da admissão de um padrão hereditário, poderia ser aplicada a partir de um conhecimento que se tem hoje sobre os genes. Do princípio de que essas unidades hereditárias, ao se modificarem, constituem a causa da variabilidade, ou ainda: ao se misturarem, como no caso da reprodução sexuada, fazem surgir seres de constituição genética individual diferenciada. Não é uma relação que pode ser estabelecida tão evidente quanto as teorias de Oparin e do mundo “RNA”, mas pode-se percebê-la.

Na teoria da panspermia cósmica, novamente, não se pode fazer tal tipo de relação. A perspectiva evolutiva diz respeito à percepção das modificações lentas e graduais que os seres vivos sofrem como resultado da interação entre sua carga gênica e o ambiente em que vivem. Novamente admitindo-se a hipótese de uma vida extraterrena, o fato dela perpetuar-se na Terra não mudaria em nada a análise da perspectiva evolutiva, pois o ambiente seria o mesmo, a Terra. Só poderíamos considerar algum tipo de relação entre a panspermia cósmica, essa – evolutiva - e

as demais perspectivas, se ponderássemos que houvesse um tipo de vida extraterrestre que sabidamente diferisse das formas de vida aqui existentes e desenvolvidas. Nesse sentido até poderia haver algum tipo de diferenciação no processo evolutivo das espécies por distinta origem, o que também seria foco da Biologia.

## **21 A perspectiva ecológica de caracterização dos seres vivos em suas relações com as teorias sobre a origem da vida.**

A perspectiva ecológica é, talvez, aquela de maior amplitude. A ecologia das relações compreende tanto mecanismos intrínsecos, de relação entre os seres vivos, quanto extrínsecos, que dizem respeito às suas formas de interação com o ambiente. No caso de uma mesma análise, tal qual foi feita com as demais características dos seres vivos, não teríamos uma estreita relação dessa perspectiva com o criacionismo, por exemplo. Seria possível admitir que de um determinado meio, as espécies – criações divinas – teriam se organizado de uma maneira ideal a sua reprodução, crescimento e desenvolvimento estabelecendo constantes trocas de matéria e energia. As espécies biológicas - enquanto produtos da obra divina - teriam encontrado na Terra condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Isto também serviria como justificativa para uma possível relação dessa perspectiva com a teoria da panspermia cósmica, modificada apenas pelo fato de que a vida pudesse ter surgido em outro lugar do/no espaço.

Com relação à abiogênese, poderia-se destacar o que se acreditava ser o importante papel do ambiente – principalmente de fatores abióticos como luz, temperatura, umidade do ar, etc. – na formação de espécies a partir da matéria inanimada. Mesmo caindo por terra, também se percebe nessa teoria uma tentativa de sua validação a partir de elementos que residem em uma dimensão ecológica, ambiental. O mesmo vale para a biogênese: o meio como sendo elemento essencial às trocas essenciais que os seres realizam para manutenção de sua vida. Máxima da ecologia: o ser inserido no ambiente interagindo ao mesmo tempo com ele, com a totalidade dos fatores que compõem o ecossistema e com outras formas de vida, não necessariamente seus iguais, estabelecendo as chamadas relações tróficas e também as ecológicas, sendo estas as que dizem respeito à associação entre seres vivos tanto interespecíficas, quanto intraespecíficas.

Na hipótese de uma teoria de evolução química ou na de um mundo “RNA”, temos que a perspectiva ecológica reafirma a concomitante influência do meio sobre as formas de vida e das formas de vida sobre o meio. Os ecossistemas enquanto espaços, dimensões geográficas e naturais constituídos de variados habitats onde os seres estabelecem seus nichos ecológicos constituem o elemento ambiental tão

importante para as já abordadas perspectivas genética e evolutiva de caracterização dos seres vivos.

Nesse sentido é possível observar que a todo momento o processo evolutivo, a partir das pressões seletivas (ambientais), submete os vivos à possibilidade de modificação do seu patrimônio gênico. Mas, a perspectiva ecológica vai além: ela congrega em uma só todas as demais. É como se fosse possível, a partir dela, conceituar a vida o mais próximo de sua totalidade, em um aspecto mais amplo e dinâmico, a partir – e no momento - de sua ocorrência, da execução de suas atividades. É como se fosse possível percebê-la única, “a” vida, mesmo sabendo da multiplicidade dos fatores que a constitui e que devem ser levados em conta quando se busca observá-la atentamente na ecologia de suas relações.

## **PARTE IV**

### **CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES E PONDERAÇÕES FINAIS.**

## 22 Sobre esta tese e suas reverberações.

Fazer esta tese, realizar este trabalho, foi algo extremamente prazeroso. Foi uma oportunidade de revisitar meu passado, minha formação, minha ação docente e colocar todas as minhas inquietações acerca do objeto desta pesquisa – o conceito de vida para a Biologia – frente às dúvidas que pairavam de minha parte sobre o mesmo, mas agora de uma forma “*externalizada*”. Nesse sentido, este trabalho também foi a oportunidade necessária, não apenas para dividir algo que me incomodava e me desacomodava sobre o que eu pensava ser a Biologia – uma ciência, talvez, um tanto esvaziada por não ter um objeto determinado -, mas também para que eu pudesse perceber que, de certa forma, essa inquietação acerca do conceito de vida e da impossibilidade de um conceito para tal em termos biológicos também foi a preocupação de muitos outros que dedicaram sua vida à ciência.

É sempre muito difícil questionar o objeto de uma ciência, mas é fato que para tanto, antes mesmo de compreendê-lo, é preciso apreendê-lo. Quando me motivei a escrever sobre o tema, minha concepção acerca do conceito de vida – sempre em termos biológicos – era a de que ele deveria ser bem estabelecido para que só então a Biologia pudesse atuar de maneira, digamos, certa, objetiva. Era uma tentativa, talvez uma ânsia de minha parte, no sentido de que devesse haver um discurso biológico forte, carregado de poder para “uniformizar” – ou pelo menos bem (de)limitar - algo que, por natureza, é diversa: a vida, os vivos. Foi preciso, antes de tudo, observar que a existência de uma ciência não depende da mais perfeita delimitação de seu objeto, mas que sua atividade é determinante no sentido de colaborar no estabelecimento dos limites que permitem um discurso sobre esse objeto. Ou seja, a Biologia não consegue conceituar a vida, tendo em vista suas contingências, mas ao fazer ver a vida, de uma maneira geral, coletiva, não mais singular, acaba por colaborar no sentido de uma remodelação aos limites da própria vida: um discurso sobre a vida, de análise e classificação dos vivos.

O fato é que a vida, para a Biologia – e isso agora fica muito mais claro – é um campo discursivo tomado como critério/elemento de classificação possuidor de fronteiras – sempre – móveis e ao mesmo tempo de relações muito complexas. O que passa a definir a vida são sempre as diferentes percepções que podemos ter sobre ela. Isso fica muito evidente nos livros didáticos, a partir do momento em que

não encontramos – em muitos casos – uma unidade discursiva referente às características dos seres vivos. Essa percepção, não se pode deixar de citar, também se deve àquelas ciências que se articulam em torno do conceito de vida, tão caro à Biologia. São elas, as Ciências Biológicas.

Se a vida muitas vezes adquire uma perspectiva multifacetada com relação aos critérios que podem determiná-las, com certeza essa pluralidade emana dessas ciências que a estudam sob muitos e distintos aspectos. Um (in)sucesso na compreensão da vida, ou pelo menos na construção de uma noção do que é vivo, depende sempre da conotação, dos limites, que a ela são empregados. Acabam por existir características que não deixam dúvidas sobre o que é vivo, já outras desencadeiam longas discussões se colocadas como o limite que separa os vivos dos não-vivos. É por aí que passa a discussão do livro didático. Aquelas características mais comuns acabam por gerar poucas divergências sobre o assunto, mas quando nos deparamos com as irregularidades das formas de vida e tentamos encaixá-las no arcabouço de um conhecimento que já foi construído – e aqui me refiro àquilo mais comum entre os vivos – nos causa estranheza que essa acomodação não se dê, dentro daquilo que se sabe, se conhece da vida, de forma tão perfeita.

Embora seja uma questão óbvia, essa é a prova que a Biologia, mais do que ser a ciência da vida, é a ciência complexa que estuda uma biodiversidade também complexa e/em suas relações: o vivo entre seus iguais e o vivo com o meio. Ao exercer seu papel, que em última análise é o de conhecimento dessa biodiversidade, amplia o estatuto do seu saber, aumenta seu conhecimento, assim como também aumenta seu campo de relações discursivas. Uma vez ampliado, o discurso da vida – que nada mais é do que um discurso *sobre* os vivos – passa a vigorar de modo que podem ser percebidas novas relações, características, que possam vir a ser verificadas por essas formas de vida.

O exemplo mais pertinente que foi citado nessa tese foi o momento em que a Biologia emerge da História Natural: do singular ao plural, a vida expande seus limites fazendo com que dentro deles, sejam percebidas novas possibilidades de relações que os vivos possam vir a estabelecer, novas qualidades que os vivos possam vir a ter. Nesse momento do conhecimento biológico, os vivos vão de seus “modos de existência” a novos “modos de vida”. As Ciências Biológicas, uma vez

unidas, dão voz ao discurso biológico, a um discurso coletivo da Biologia. Articulam-se em torno da vida. Estruturam esse novo/outro olhar que serve para encarar, compreender, os vivos. Enquanto a História Natural sozinha fez ver e deu voz ao vivo, a Biologia organizou as Ciências Biológicas de modo que, juntas, pudessem dar voz a uma vida biológica abstrata. De traços comuns, mas sem deixar de descuidar de elementos que são próprios às individualidades das formas de vida, aquilo que acaba por identifica-las.

Logo, resta para a Biologia, em face da impossibilidade de um conceito unívoco para a vida, trabalhar em torno da construção da noção do que é vivo, como fazem os livros didáticos. Essa construção da noção ocupa o lugar do conceito e, para muitos, acaba se confundindo com ele. É como se fosse algo que não soubéssemos o que é (como de fato não sabemos), mas que sabemos explicar e que só nos damos conta de que aquilo (a vida que julgamos saber) não é, quando somos questionados. Talvez por isso seja mais fácil admitir que a Biologia, por sua vez, seja –“apenas” - a ciência da vida. De uma vida da qual temos sempre uma noção construída do que ela sempre poderá vir a ser.

A saída da Biologia, então, é tomar a vida não pela substância, mas por uma conotação adjetiva. Ao estudar a vida, de forma muito próxima, mas sempre distinta, as Ciências Biológicas permitem que novas perspectivas de caracterização dos vivos, tanto em termos estruturais, quanto metabólicos, consigam emergir “resolvendo” assim cada vez mais impasses em torno do que pode ou não pode ser considerado vivo. Assim, se vale também o discurso dos livros didáticos que dizem caracterizar, mas apenas distinguem elementos presentes nos vivos. Não existe a possibilidade de uma caracterização que abarque tudo o que é necessário e que se encontra em um único ser vivo. São critérios artificiais para uma vida abstrata, enquanto o que está posto é sempre uma vida contingente.

Mais uma vez evidencia-se que o discurso sobre a vida tem barreiras flexíveis. E, ao contrário do que pensava antes de realizar este trabalho, que a Biologia deveria ter um discurso regulador de limites intransponíveis para a vida, ela será sempre possível a partir do movimento de provimento de novos subsídios ao conhecimento. Sempre existirão divergências no discurso, mas é preciso refletir – ter em mente - sobre a impossibilidade de “um” conceito para vida.



É claro que existem conceitos mais básicos, mais facilmente identificáveis em muitas formas vivas, mas o fato é que mesmo sem o livro didático ditando aquilo que seu autor considera ser “*as características dos seres vivos*”, o professor sempre poderá partir daquilo que lhe aprouver. Poderia ele, por exemplo, conceituar a vida a partir da capacidade, por parte dos vivos, de transformação do ambiente. É uma característica que não se encontra em nenhum livro didático, mas é factual. Dentro dela existe uma gama de conceitos – ligados à noção de transformação - que podem ser explorados. Tanto intrínsecos à estrutura viva, quanto extrínsecos, na relação do vivo com o meio.

Ao longo desta tese fiz algumas considerações acerca das teorias sobre a origem da vida. Mais uma vez, percebi que nem todas as teorias foram encontradas, relatadas pelos autores, em todos os livros, mas percebi que algumas – as mais debatidas – acabavam por constar em todos. Percebi que essa relação tem efeito direto sobre as características dos seres vivos que são elencadas pelos próprios livros didáticos. Aquelas que mais aparecem, são as que conseguem justificar a possibilidade de ocorrência de determinadas teorias, como Biogênese e Evolução Química, por exemplo, ou ainda – no caso da Abiogênese – as que conseguem de certa maneira falseá-la: características como a reprodução e a marca da hereditariedade.

Por exemplo. Dentre as características apresentadas, qual delas justificaria – ou não - o criacionismo? A resposta seria “capacidade de evolução”. Pois, nos livros em que o criacionismo apareceu, o viés evolutivo na justificativa da sua não aceitação foi muito forte. Em compensação, em livros que não reforçaram tal característica, o criacionismo não aparece nem como leitura complementar. Ao passo que a estrutura celular, o metabolismo, estão sempre presentes pelo fato de justificarem a Evolução Química, atualmente a teoria mais aceita sobre a origem da vida.

Ocorre que a exploração de uma temática como a das teorias sobre origem da vida é essencial para que se consiga também perceber que tipo de conhecimento científico cada época tinha sobre os vivos. Perceber quais os tipos de aproximações que os pensadores de épocas distintas faziam sobre as formas de vida, por exemplo. Assim, também é possível verificar que o tipo de conclusão é acompanhado também por uma maior elaboração dos experimentos que se dá ao

longo da história. Os livros didáticos mostram essa evolução desde os experimentos com a geração espontânea e as “receitas” para obtenção de seres vivos, passando por Redi, Pasteur, até Miller.

Já com relação às características dos seres vivos apresentadas pelos livros didáticos, além das diferenças que residem em cada um dos textos de cada autor, pude perceber algumas controvérsias, explicadas anteriormente nos respectivos capítulos, sobre algumas dessas características. Não se trata de apenas os limites que caracterizam a vida serem diferentes para cada autor, mas algo um pouco mais preocupante, de que na falta de consenso alguns fazem afirmações categóricas – mesmo sem exemplos ou comprovação - enquanto outros se esquivam totalmente de abordar o tema. São os truques da escrita, mas o leitor de um livro só poderá tomar aquilo, talvez, como verdade absoluta.

A hipótese das perspectivas que apresento é um jeito de minimizar as controvérsias, sem estreitar os limites do discurso sobre a vida. Ao invés de esmiuçar as características como alguns autores o fizeram, nos livros analisados, foi possível trabalhar com cinco distintas perspectivas que funcionam como espécies de eixos temáticos no sentido de entendimento do que é vivo sob os aspectos bioquímico, fisiológico, genético, evolutivo e ecológico.

As cinco perspectivas citadas acima englobam muitas características agrupando-as em si. Dentro de cada uma delas, muitas questões podem ser exploradas no sentido de que se possa organizar mais o modo de se perceber os seres vivos. Indiscutivelmente são dotados de biomoléculas (bioquímica), apresentam reações químicas internas de manutenção para a homeostase metabólica (fisiologia), tem a capacidade de reprodução e perpetuação de caracteres que herdaram dos progenitores sendo dotados de certa variabilidade gênica (genética), submetidos a distintas pressões seletivas são selecionados a partir de sua variabilidade sofrendo mudanças graduais no perfil de seus grupos específicos (evolução) além de se relacionarem com seus iguais e com o meio em que vivem (ecologia). Sob esses aspectos, é possível também construir uma noção de vida, mas nunca conceituar a vida. Dentro dessas condições possíveis de se compreender o vivo muito pode vir a ser explorado. As perspectivas não resolvem o problema de um conceito de vida, mas balizam a análise das características dos seres vivos.

Com relação, ainda, aos livros didáticos, nunca foi minha intenção, ao compará-los, perceber qual seria melhor que outro. Existem nuances individuais em cada um dos livros que podem ser discutidas, mas em geral são bons livros. Talvez uns mais atualizados que outros, mas todos apresentam a matéria de forma clara, sem maiores divergências, pelo que pude observar. O fato é que é onde me detive que suscita as maiores dúvidas: escopo da Biologia, características dos seres vivos e teorias sobre a origem da vida. Essa é uma zona de incertezas e constitui um campo de especulações.

Com relação ao escopo da Biologia, temos as primeiras definições distintas. Há um esforço dos autores no sentido de explicar que vida é essa que a Biologia estuda. Mas não se percebe maior aprofundamento, logo se parte ou para a caracterização dos seres vivos, ou para as formas como eles se organizam. Já, quando o assunto é caracterizar os seres, a incerteza reside em determinadas generalizações que podem ser feitas sobre a biodiversidade, como pudemos perceber em análise do respectivo capítulo. E, como não poderia deixar de ser diferente, com relação às teorias, aumenta a especulação ou, ainda, enfatizam-se mais algumas e menos outras. Talvez aí esteja o mais forte indício de que a seleção do conteúdo é induzida pelo livro didático. Mesmo assim, existem elementos comuns: textos, exemplos, figuras, referências. Isso é visível principalmente no que tange à distribuição de conteúdos nos livros didáticos. Em todos os livros analisados o ordenamento dos conteúdos é praticamente igual, o que faz com que as diferenças se mantenham em uma dimensão que se restringe aos modos como os autores tratam, abordam determinadas temáticas.

Mas independentemente disso, o conceito de vida não pode ser encontrado nos livros didáticos. Pode-se apenas perceber como a noção de vida que os livros ajudam a construir opera organizando em torno de si todo um conteúdo da Biologia. A vida permanece sempre no centro, mesmo não sabendo o que ela é, mas apenas quem ela é, ou seja, quem ela representa. Essa representação da biodiversidade a partir de uma vida que não se conhece, mas uma vida sobre a qual se tem noção do que possa ser, de algo que se pondera, é o que faz com que a Biologia enquanto ciência permaneça na sua infundável função de desvendar novas formas/relações de vida, cada vez mais ampliando suas possibilidades.

Cada vez que a Biologia nos possibilitar um conhecimento sobre as formas de vida, mesmo sem nunca chegar, sem nunca o atingirmos, mais próximos de um conceito - de uma concepção biológica de vida – nos encontraremos. Por mais que se conheça uma infinidade de formas de vida e suas peculiaridades, um “conceito de vida” estará sempre, ao mesmo tempo, perto e distante, mas permanecerá sempre como algo inalcançável, inatingível, apenas continuará sempre alimentando a vontade e o desejo de saber daqueles que pesquisam sobre a vida.

Quanto mais se conhece sobre algo, mais ainda se quer conhecer e, em assim sendo, aumentam as possibilidades daquilo que já se conhece. A Biologia em relação à vida, ao conceito de vida, segue nessa mesma direção: quanto mais apresenta à humanidade distintas formas de vida e elucida seus mecanismos de manutenção e os modos como se relacionam com o meio, mais abre espaço para que seu discurso circule, de modo que faz crescer a área de abrangência do discurso biológico. Esses novos saberes sobre os vivos fazem com que não só os limites, mas a própria classificação – relação de parentesco – possam ser alteradas de acordo com o novo que se venha a conhecer.

Com relação aos livros didáticos, muito pode ser observado em termos de evolução, de coisas novas, em termos de conteúdos em relação a outros, de outros tempos, de outros recortes histórico-temporais. Mas, desde lá, a “vida” era a mesma, embora os critérios de classificação – mesmo divergindo também agora, nos livros atuais – fossem outros, mais distintos das publicações contemporâneas.

Começo a perceber que essa tese, pelo menos a discussão que ela propõe, não se esgota aqui. Muito há que se ponderar acerca da vida enquanto objeto da Biologia, dos textos dos livros didáticos. Existem muitos enfoques a serem direcionados, ainda, a essa discussão. Mas, sobre a vida, sobre um conceito biológico de vida, começo a perceber que essa tese termina como inicia: na epígrafe de Foucault.

Para caracterizar a vida - tarefa infinitamente mais fácil do que conceitua-la - é preciso impor limites à própria vida. Sendo assim, ao limitá-la sob vários aspectos, ela se torna mera “categoria de classificação” e como toda a categoria de classificação não é natural, é subjetiva, o conceito de vida no discurso do livro didático funciona como meio, ferramenta, instrumento pré-fixado para compreensão do que pode ser classificado como vivo. Sendo assim, só será no discurso das

Ciências Biológicas – e por extensão da Biologia - que também abarca o discurso dos textos dos livros didáticos tomar a vida como categoria de classificação. É enquadrando os seres no quadro geral das distintas “características dos seres vivos” que observamos a Biologia também como ferramenta de classificação.

Talvez uma maneira de “*fixar-lhe as fronteiras*” resida numa abordagem como a das cinco perspectivas. O que não significa diminuir sua amplitude enquanto campo de saber. Poderá ser esse um caminho capaz de diminuir-lhe as imprecisões, mas que continuará fazendo com que a noção de vivo – um tanto mais bem acabada, delineada - seja o critério, o próprio limite para a incidência do discurso biológico. Enquanto o *conceito de vida* permanece em um campo de abstração, a *noção de vida*, ao alcance da Biologia, trabalha no sentido de enquadrar, submeter os vivos a um determinado discurso biológico, alimentando a ideia de que talvez – um dia, em algum outro lugar – seja possível a construção de tal conceito, que não se encontra determinado nem pelo discurso da Biologia e, tampouco, na organização do conhecimento biológico da disciplina escolar referente contido nos livros didáticos de Biologia.

## REFERÊNCIAS

- Almeida Junior, A. *Biologia Educacional: noções fundamentais*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1946.
- Amabis, José Mariano; Martho, Gilberto Rodrigues. *Fundamentos da Biologia Moderna*. São Paulo: Moderna, 2006.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: 1997.
- Canguilhem, Georges. *Ideología y racionalidad en la historia de las ciencias de la vida*. Buenos Aires, Amorrortu, 2005.
- Cheida, Luiz Eduardo. *Biologia Integrada*. São Paulo: FTD, 2002.
- Colecção FTD (Diversos autores). *Primeiras noções de Ciências Physicas e Naturaes para uso das escolas*. São Paulo: FTD, 1923.
- Costa, Carlos; Pasquale, Carlos. *Ciências Naturais*. São Paulo: Editora do Brasil S/A, 1944.
- Da Silva Júnior, César; Sasson, Sezar. *Biologia: volume único*: São Paulo, Saraiva 2006.
- Duarte, José Coimbra. *Ciências Naturais para a quarta série ginásial*. São Paulo: Editora Anchieta S.A., 1949.
- Foucault, Michel. *As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- Henning, Georg Joachim; Carvalho, Gilberto Ferraz. *Biologia Geral*. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1984.
- Japiassú, M.; Marcondes, D. *Dicionário básico de Filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2006.
- Linhares, Sérgio; Gewandsnajder, Fernando. *Biologia*. São Paulo: Ática, 2007.
- Lopes, Sônia. *Bio: volume único*. São Paulo: Saraiva, 2008.
- Machado, Sídio. *Biologia, ciência e tecnologia*. São Paulo: Scipione, 2009.
- Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A história da ciência e o ensino de Biologia*. *Jornal semestral do gepCE – Grupo de Pesquisa em Ciência e Ensino – UNICAMP*, número 5, 1998. ISSN:1414-5111.
- Menegotto, Milton; Azevedo, Antônio Carlos Pradél. *Biologia Geral*. Porto Alegre: Publicado pela Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, 1963.

Portocarrero, Vera. As ciências da vida: de Canguilhem a Foucault. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2009.

Portocarrero, Vera. Vitalismo e constituição da Biologia. Revista de Filosofia SEAF, ano I, nº1, nov. 2000.

Soares, José Luís. Biologia: volume único. São Paulo: Scipione, 2004.

Uzunian, Armênio; Birner, Ernesto. Biologia: volume único. São Paulo: Harbra, 2008.

## BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- Foucault, Michel. A ordem do discurso. São Paulo: Edições Loyola, 2008.
- Foucault, Michel. Microfísica do poder. São Paulo: Edições Graal, 2008.
- Foucault, Michel. Resumo dos Cursos do Collège de France (1970-1982). Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997.
- Foucault, Michel. Território, segurança e população. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- Kuhn, Thomas. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 2007.
- Larrosa, Jorge *in* Silva, Tomaz T. da (org). O sujeito da educação – estudos foucaultianos. Petrópolis: Vozes, 1994.
- Larrosa, Jorge. Escuela, poder y subjetivación. Madrid: Ediciones La Piqueta, 1995.
- Lyotard, Jean-François. A condição pós-moderna. Rio de Janeiro: José Olympio, 2008.
- Machado, Roberto. Foucault, ciência e saber. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2006.
- Portocarrero, V. *in* Michel Foucault: da arqueologia do saber à estética da existência. Castelo Branco G, Neves, LFB (ORGS). Rio de Janeiro: NAU; Londrina: CEFIL, 1998.
- Silva, Tomaz Tadeu da. Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 2ª ed, 2000.
- Silva, Tomaz Tadeu da. O currículo como fetiche: a poética e a política do texto curricular. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.